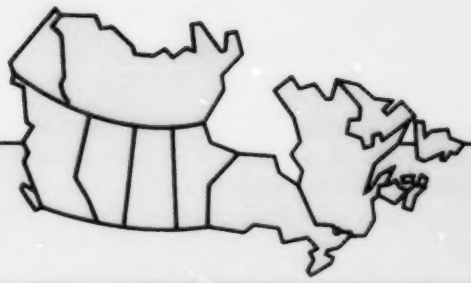
Forêts Canada
Forestry Canada

Lutte contre les pluies acides : Avantages potentiels en foresterie commerciale pour le Canada

G. Alex Fraser



Rapport d'information E-X-42F
Direction de l'économie

Forêts Canada

Forêts Canada est l'organisme principal en matière de foresterie à l'intérieur du gouvernement fédéral. Chef de file sur le plan national, il assure la préparation, la coordination et la mise en œuvre des politiques et des programmes fédéraux dans le but d'améliorer les avantages économiques, sociaux et environnementaux à long terme offerts aux Canadiens par le secteur forestier.

Forêts Canada est une organisation décentralisée: six centres de foresterie régionaux, deux instituts de recherche nationaux ainsi que sept sous-bureaux régionaux sont répartis dans tout le Canada. Le siège social est établi dans la région de la Capitale nationale, à Hull (Québec).

Pour remplir son mandat, Forêts Canada assume les tâches suivantes:

- il administre les accords de développement forestier conclus avec les provinces
- il entreprend et appuie la recherche, la mise au point et le transfert technologique dans le domaine de la gestion et de l'utilisation des forêts
- il rassemble, analyse et diffuse de l'information sur les ressources forestières nationales et internationales et les domaines connexes
- il fait des relevés des maladies et des insectes ravageurs des forêts canadiennes
- il fournit de l'information, des analyses et des conseils (quant aux politiques) concernant l'économie, l'industrie, les marchés et le commerce reliés au secteur forestier
- il favorise les occasions d'emploi et de formation universitaire et technique dans le secteur forestier
- il encourage les Canadiens à prendre conscience de tous les aspects du secteur forestier.

Forêts Canada entretient des rapports sur une base régulière avec les gouvernements provinciaux et territoriaux, l'industrie, le monde du travail, les universités, les environnementalistes et le public par l'entremise d'organismes comme le Conseil canadien des ministres des Forêts, le Conseil consultatif du secteur forestier, le Conseil consultatif de la recherche forestière du Canada, le Comité de l'Inventaire des forêts du Canada, le Comité canadien de la gestion des incendies de forêt, le Centre interservices des feux de forêt du Canada et des comités consultatifs régionaux. Forêts Canada joue également un rôle actif dans des organismes internationaux de foresterie comme l'Union internationale des organisations de recherche forestière et l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture, de même qu'au sein de délégations de nature technique ou commerciale

Forestry Canada

Forestry Canada is the main focus for forestry matters in the federal government. It provides national leadership through the development, coordination, and implementation of federal policies and programs to enhance long-term economic, social, and environmental benefits from the forest sector for Canadians.

Forestry Canada is a decentralized organization with six regional forestry centres, two national research institutes, and seven regional sub-offices located across Canada. Headquarters is located in the National Capital Region in Hull, Quebec.

In support of its mandate, Forestry Canada carries out the following activities:

- administers forest development agreements negotiated with the provinces
- undertakes and supports research, development, and technology transfer in forest management and utilization
- compiles, analyzes, and disseminates information about national and international forest resources and related matters
- monitors disease and insect pests in Canada's forests
- provides information, analyses, and policy advice on economics, industry, markets, and trade related to the forest sector
- promotes employment, education, and training opportunities in the forest sector
- promotes public awareness of all aspects of the forest sector.

Forestry Canada interacts regularly with provincial and territorial governments, industry, labor, universities, conservationists, and the public through such bodies as the Canadian Council of Forest Ministers, the Forest Sector Advisory Council, the Forestry Research Advisory Council of Canada, the Canadian Forest Inventory Committee, the Canadian Committee on Forest Fire Management, the Canadian Interagency Forest Fire Centre, and regional consultative committees. Forestry Canada is also active in international forestry agencies such as the International Union of Forest Research Organizations and the Food and Agriculture Organization, as well as in technical and trade missions.

Lutte contre les pluies acides : Avantages potentiels en foresterie commerciale pour le Canada

G. Alex Fraser

Rapport d'information E-X-42F
Direction de l'économie
Forêts Canada
Ottawa, 1989

90-02898/

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1989
Numéro de catalogue Fo29-7/42F
ISBN 0-662-95603-6
ISSN 0705-3282
Imprimé au Canada

Il est possible d'obtenir sans frais des exemplaires de cette publication auprès de:

Forêts Canada
Direction des communications
Place Vincent-Massey, 19e étage
Ottawa (Ontario)
K1A 1G5

Des copies ou microfiches de cette publication sont en vente chez:

Micromédia Ltée
Place du Portage
165, rue Hôtel-de-Ville
Hull (Québec)
J8X 3X2

This publication is also available in English under the title *Acid Rain Control: Potential Commercial Forestry Benefits to Canada*.

Table des matières

		Page
Résumé		*iv*
Abstract		*iv*
Résumé par la direction		*v*
1.0	Introduction	1
2.0	Aperçu de l'étude	2
3.0	Lutte contre la pollution et productivité forestière	2
3.1	Scénario de référence	3
3.2	Scénario de réglementation 1	3
3.3	Scénario de réglementation 2	4
3.4	Avantages des mesures de réglementation au niveau de la productivité forestière	5
4.0	Productivité forestière et taux de récolte	7
4.1	Nature du changement de la productivité	8
4.2	Réponses de la gestion à la mortalité des arbres	8
4.3	Réponse de la gestion à la réduction de la croissance	9
4.4	Facteur de correction du taux de récolte	10
4.5	Projections de récoltes	12
5.0	Avantages sociaux et économiques de la lutte contre la pollution atmosphérique de source lointaine	15
5.1	Avantages sur le plan de l'efficience économique	15
5.2	Avantages sociaux anticipés	17
5.3	Étendue et distribution des avantages potentiels	19
6.0	Conclusions	20
Annexes statistiques		
Tableau A1.	Correction du taux de récolte (%) selon les différents scénarios de la lutte contre la pollution atmosphérique, par décennie	23
Tableau A2.	Récoltes prévues selon les différents scénarios de la lutte contre la pollution atmosphérique, par décennie	26
Tableau A3.	Avantages anticipés pour les taux de récolte grâce à la lutte contre la pollution atmosphérique de source lointaine, par décennie	27
Bibliographie		28

Résumé

L'incidence globale des pluies acides sur les forêts du Canada et l'efficacité des programmes de lutte contre la pollution axés sur la prévention des dommages causés aux forêts sont extrêmement incertaines. Toutefois, une enquête menée auprès de spécialistes scientifiques par Forêts Canada jette un éclairage cru sur les incidences possibles. En premier lieu, les résultats de l'enquête servent de matière première à une analyse du risque d'endommagement qui pèse sur les forêts si nulle autre mesure de lutte contre la pollution n'est prise ainsi que des avantages que devraient avoir sur la productivité forestière deux nouveaux programmes de lutte contre la pollution. En deuxième lieu, nous examinons les rapports entre ces changements au niveau de la productivité forestière et la future récolte commerciale de bois d'œuvre. Enfin, nous faisons une estimation des avantages sociaux et économiques des deux programmes de lutte contre la pollution.

Abstract

The overall impact of acid rain on Canadian forests and the effectiveness of alternative pollution control programs in preventing forest damage are highly uncertain. However, a survey of scientific experts, carried out by Forestry Canada, sheds considerable light on the potential effects. Firstly, the results of this survey are used to identify the risk of forest damage without further pollution controls, and the expected forest productivity benefits of two alternative pollution control programs. Secondly, the relationship between these forest productivity changes and the future commercial timber harvest is explored. Finally, the social and economic benefits of the two pollution control programs are estimated.

Résumé pour la direction

Dans cette étude, nous procédons à une estimation préliminaire des avantages pour la foresterie commerciale de la lutte contre la pollution atmosphérique de source lointaine. Plus précisément, nous évaluons deux options nouvelles de lutte contre la pollution en fonction d'un scénario de référence dans lequel nulle autre mesure de lutte contre la pollution n'est mise en œuvre. Le premier programme de lutte et de réglementation maintient tout simplement la pollution atmosphérique de source lointaine aux niveaux qu'elle atteignait récemment (1984) pour une durée indéterminée. Ce programme permet de prévenir les augmentations projetées des niveaux de pollution sans autres mécanismes de lutte. Le deuxième programme va beaucoup plus loin et peut accomplir une réduction de 50 % des niveaux de pollution atmosphérique de source lointaine d'ici à 1994 et les maintenir inchangés pour un temps indéterminé.

L'incidence globale de la pollution atmosphérique de source lointaine sur les forêts du Canada et l'efficacité des nouveaux programmes de lutte contre la pollution sont extrêmement incertaines. Pour en arriver à une connaissance définitive de la question, il faudra procéder à des études scientifiques poussées pendant quelques années. Cela dit, une enquête menée auprès de scientifiques spécialistes de la question jette un éclairage cru sur les incidences «potentielles». Dans la première partie de l'étude, nous utilisons l'information ainsi recueillie pour déterminer un éventail estimatif des avantages pour la productivité forestière des deux nouveaux programmes de lutte contre la pollution.

Les résultats de l'analyse indiquent que les avantages que devrait procurer à la productivité l'option de réglementation 1 (niveaux de pollution constants) sont relativement modestes. Dans l'est du Canada, il devrait se produire une augmentation d'environ 2 à 3 % de la productivité forestière par rapport au scénario de référence d'ici à 2014. Dans l'ouest du Canada, seule est prévue une négligeable augmentation de 0,6 à 0,7 % de la productivité forestière au cours de la même période. Les avantages anticipés de l'option de réglementation 2 (réduction de 50 % des niveaux de pollution) sont plus importants, surtout dans l'Est. D'ici à 2014, les provinces de l'Atlantique, d'une part, le Québec et l'Ontario, d'autre part, devraient connaître une hausse de la productivité forestière de 9,5 et de 13,2 % respectivement. Dans l'Ouest, les avantages anticipés se traduisent par une hausse de 1,4 à 2,2 % de la productivité forestière.

Dans la deuxième partie de l'étude, nous examinons les rapports entre ces changements au niveau de la productivité forestière et le taux de récolte futur. La nature du changement dans la productivité forestière et le rôle des interventions de la gestion ressortent comme facteurs importants. À partir de plusieurs hypothèses clés, les incidences sur la productivité sont traduites en un ensemble de facteurs de correction du taux de récolte. L'application de ces facteurs de correction aux taux de récolte actuels donne lieu à une série de récoltes futures avec et sans lutte contre la pollution.

Les résultats de cette analyse indiquent que les avantages sur le plan du taux de récolte des deux options de la lutte contre la pollution augmentent radicalement avec le temps. Dans les deux scénarios, les récoltes projetées ne se situent qu'un peu au-dessus du scénario de référence (nulle mesure de réglementation) d'ici à 1994. Toutefois, la différence des récoltes projetées augmente régulièrement avec le temps au fur et à mesure que la réduction de la croissance agit sur le système. Dans le scénario de réglementation 2 (réduction de 50 % des niveaux de pollution), il y a une différence projetée supérieure à 10 millions de mètres cubes pour l'ensemble du pays d'ici à 2064.

Dans la dernière section du rapport, nous procédons à une estimation des avantages sociaux et économiques anticipés de la lutte contre la pollution atmosphérique de source lointaine à l'aide d'un modèle économique relativement simple. Nous posons à cette fin certaines hypothèses simplificatrices : prix constants des produits quels que soient les changements survenant dans les quantités d'équilibre et intrants constants en capital et en main-d'œuvre, pour traiter la différence induite par le taux de croissance dans les taux de récolte.

Les résultats de l'analyse indiquent que la lutte contre la pollution est susceptible d'entraîner d'importants avantages économiques à long terme. Dans le scénario de réglementation 1 (niveaux de pollution constants), le total annuel des avantages nationaux aura excédé 100 millions de dollars (1983) quand arrivera 2034 et atteint le palier ultime de 182 millions (1983) en 2064. Dans le scénario

de réglementation 2 (réduction de 50 % des niveaux de pollution), le total annuel des avantages nationaux aura excédé 100 millions de dollars (1983) quand arrivera l'an 2004 et atteint un palier ultime excédant 800 millions (1983). Les avantages sociaux du scénario de réglementation 1 représentent au bout du compte quelque 1 200 années-personnes en emplois et excèdent 34 millions de dollars (1983) par année en salaires. Dans le scénario de réglementation 2, les totaux excèdent 5 500 années-personnes en emplois et 150 millions de dollars (1983) par année en salaires. Ce sont le Québec et l'Ontario qui devraient recueillir la majeure partie des avantages.

Le risque d'endommagement des forêts en cas d'absence de mécanismes de lutte et l'importance potentielle des avantages que pourraient apporter les mécanismes de lutte semblent justifier de consentir d'importantes dépenses au chapitre de la lutte contre la pollution. Cela va globalement dans le sens des récentes initiatives de politique du gouvernement du Canada qui visent à réduire les futures émissions polluantes.

1.0 Introduction

Dans cette étude, nous procédons à une estimation préliminaire des avantages qu'apporterait au chapitre de la foresterie commerciale la lutte contre la pollution atmosphérique de source lointaine.[1] Plus exactement, deux programmes nouveaux de lutte contre la pollution font l'objet d'une évaluation par rapport à un scénario de référence dans lequel nulle mesure additionnelle de lutte contre la pollution n'est mise en œuvre. Premièrement, nous évaluons un programme de mécanismes de lutte et de réglementation supplémentaires susceptible de maintenir la pollution atmosphérique de source lointaine aux niveaux qu'elle atteignait récemment (1984) pour une durée indéterminée. Ce programme peut prévenir les hausses projetées des niveaux de pollution sans autres mécanismes de lutte. Deuxièmement, nous évaluons un programme plus ambitieux de lutte et de réglementation, lequel est susceptible de réduire de 50 % d'ici à 1994 la pollution atmosphérique de source lointaine et de maintenir ces niveaux moindres de pollution pour une durée indéterminée. Ces programmes de lutte n'ont pas été choisis parce qu'ils reflètent fidèlement des initiatives réelles de lutte contre la pollution de la part des gouvernements du Canada ou des États-Unis, mais parce qu'ils traduisent une évaluation subjective de l'éventail réalisable des options de politique. Il convient toutefois de souligner que l'année de référence de l'analyse est 1984 et que, depuis, le gouvernement du Canada a pris plusieurs initiatives importantes pour réduire les niveaux de pollution.[2]

Il est opportun, au départ, de faire état des raisons ayant motivé le choix du cadre particulier adopté pour l'étude et de préciser les rapports de cette dernière avec les autres travaux accomplis dans le domaine. D'abord, l'étude est centrée sur les «avantages de la lutte contre la pollution» plutôt que sur les «coûts des dommages causés par la pollution» pour éviter toute confusion de terminologie. Il est coutume d'assimiler les coûts aux dépenses effectuées pour mettre en œuvre une mesure, Dans le contexte de la lutte contre la pollution, cela revient à parler des dollars dépensés à l'achat d'épurateurs-laveurs ou à la mise en œuvre d'autres améliorations technologiques en vue de réduire les émissions polluantes. Dans ce cadre, la prévention des dommages causés par la pollution constitue un avantage de la lutte contre la pollution. Ensuite, l'intention de l'étude est d'aider les décideurs à sélectionner une stratégie appropriée de lutte contre la pollution. Pour une bonne part, les analyses antérieures de la pollution atmosphérique de source lointaine et les commentaires formulés sur la question ont consisté essentiellement à estimer les «dommages causés actuellement» à la forêt (Crocker et Forster, 1986). Bien que l'information soit intéressante, cette approche du problème n'est guère utile du point de vue du décideur. Si, par exemple, les dommages déjà causés sont en partie ou dans une large mesure irréversibles, la connaissance des dommages actuels n'est guère pertinente pour la politique future.[3]

Même dans le contexte de la foresterie, cette analyse ne constitue qu'une évaluation partielle des avantages. Les valeurs forestières non commerciales, qui peuvent subir l'influence de la lutte contre la pollution, échappent à l'évaluation. Cela tient en partie à la difficulté d'estimer les valeurs non pécuniaires, mais aussi au souci de s'en tenir à un sujet déjà complexe sans trop se disperser. De plus, l'étude donne une définition étroite de la foresterie commerciale : la récolte et la transformation du bois en bois débité, en pâte et en papier et en d'autres produits forestiers courants. Les activités annuelles telles que la fabrication du sucre d'érable et la production des fruits ne sont pas évaluées non plus en ce moment parce que le manque de temps et de ressources a interdit toute recherche à cet égard.

---

1. Pour les besoins de l'étude, la pollution atmosphérique de source lointaine comprend cinq polluants principaux qui peuventavoir une incidence néfaste sur la productivité forestière: SO_2, SO_4, NO_x, O_3 et métaux lourds. L'expression générique pulaire pour désigner la pollution atmospherique de source lointaine, ou plus exactement l'un de ses effets, est «pluiesacides».

2. L'incidence des initiatives canadiennes sur les niveaux de pollution «totaux» depend des politiques qu'adopteront les États-Unis en réponse. Jusqu'ici, le gouvernement américain n'a pas emboité le pas au Canada sur cette question

3. Dans le contexte particulier de la foresterie, cela peut être important. Nombre de spécialistes croient que les forêts ont deja subi des dommages qui ne seront pas complètement réversibles avant 30 ans (voir Fraser et collab., 1985).

2.0 Aperçu de l'étude

Le cadre fondamental de l'étude est le suivant. À la section 3.0, nous examinons la question des dommages matériels potentiels que causerait aux forêts la pollution atmosphérique de source lointaine. Une enquête menée en 1984 par Forêts Canada auprès de spécialistes scientifiques jette un éclairage cru sur la nature et l'étendue des changements susceptibles de survenir au niveau de la productivité forestière selon des scénarios faisant intervenir différents niveaux de pollution. L'enquête fait état de différents pourcentages de changements possibles de la productivité forestière, avec ou sans mesures additionnelles de lutte contre la pollution. Les différences de productivité définissent les avantages matériels des mesures de lutte. Les réactions estimatives de la pollution aux mesures de lutte et les avantages associés à ces dernières ne traduisent pas de véritables incidences mesurables découlant d'une expérimentation ou d'un échantillonnage scientifiques contrôlés. L'information représente plutôt les opinions regroupées de spécialistes des interactions des forêts et de la pollution atmosphérique. Jusqu'à ce qu'on dispose de données plus précises, il s'agit de la meilleure information actuellement disponible dans le contexte canadien.

À la section 4.0 de l'étude, nous examinons les changements exprimés en pourcentage de la productivité forestière suivant les différents scénarios et les futurs taux de récolte commerciale. Ces rapports dépendent tant de la nature des dommages causés aux forêts que des politiques des aménagistes forestiers et des mesures qu'ils prennent. L'incidence des dommages matériels sur les taux de récolte est souvent indirecte et considérablement décalée. Nous faisons également des projections des taux de récolte futurs avec et sans mesures de lutte contre la pollution. La différence des taux de récolte définit les avantages des mesures de lutte contre la pollution à cet égard.

À la section 5.0 nous procédons à une estimation des avantages sociaux et économiques de la lutte contre la pollution atmosphérique de source lointaine. Techniquement, une évaluation exacte de l'efficacité économique ou des avantages d'affectation devrait incorporer les conséquences des changements possibles des prix pour les consommateurs ainsi que les recettes tombant dans les coffres des producteurs comme suite aux changements dans les taux de récolte. Ce type d'analyse requiert une modélisation détaillée tant du côté demande que du côté offre du marché, mais, malheureusement, cela s'est révélé impossible à faire, vu le temps et les ressources limités dont nous disposions. Par conséquent, nous formulons plusieurs hypothèses de travail simplificatrices pour faciliter l'estimation. En ce qui concerne les avantages sociaux, nous n'examinons dans l'étude que la différence des niveaux d'emploi et des salaires potentiels.

3.0 Lutte contre la pollution et productivité forestière

L'incidence globale de la pollution atmosphérique de source lointaine sur les forêts est extrêmement incertaine. Bien que des preuves circonstancielles semblent désigner la pollution atmosphérique de source lointaine comme cause première de la détérioration des forêts en Allemagne de l'Ouest, il n'existe pas de données concluantes pour prouver la véracité du lien néfaste. Au Canada, les preuves sont encore plus fragiles. La concentration globale des polluants est inférieure à celle du centre de l'Europe et le mélange de polluants est considérablement différent. Les niveaux présents et futurs de la pollution peuvent avoir ou ne pas avoir des répercussions néfastes sur la productivité forestière au Canada. En fait, certains spécialistes croient qu'il pourrait se produire une augmentation de la productivité forestière en raison de l'incidence fertilisante de certains polluants. Pour avoir une connaissance définitive de la question, il faudra procéder à des recherches scientifiques approfondies pendant quelques années.

Par ailleurs, une enquête menée par Forêts Canada auprès de spécialistes scientifiques jette une lumière crue sur les effets potentiels de la pollution atmosphérique de source lointaine (Fraser et collab., 1985). Réalisée à l'aide d'une série itérative de quatre questionnaires, l'enquête visait à recueillir le point de vue de spécialistes scientifiques sur la nature et l'étendue des changements susceptibles de survenir au niveau de la productivité forestière et sur la probabilité d'autres effets sur

la productivité forestière selon différents niveaux hypothétiques de pollution. Les résultats de l'enquête forment la base de l'estimation des avantages de la lutte contre la pollution.

3.1 Scénario de référence

Le point de départ de l'évaluation d'une action est l'examen de la conséquence de l'inaction. Pour estimer les avantages de la lutte contre la pollution, il est nécessaire de projeter les conditions qui régneraient en l'absence de mesures de lutte contre la pollution. Dans l'enquête menée par Forêts Canada auprès de spécialistes scientifiques, les répondants se voyaient demander d'estimer «le pourcentage de changement le plus probable en productivité forestière» du fait de la pollution atmosphérique de source lointaine et en supposant que nulle mesure supplémentaire de lutte contre la pollution ne serait prise.[1] Ces prévisions forment un scénario de référence en fonction duquel il est possible d'évaluer d'autres états du monde.

Le sommaire des réponses relatives à l'incidence probable de la pollution atmosphérique de source lointaine, à supposer un monde conforme au scénario de référence, est présenté au tableau 1. Les chiffres moyens représentent l'incidence moyenne estimative en pourcentage de la pollution atmosphérique de source lointaine sur la productivité forestière régionale. L'écart type, le nombre de répondants et la fourchette des réponses sont présentés pour indiquer le degré de consensus chez les spécialistes au sujet des interactions de la forêt et de la pollution atmosphérique de source lointaine.

Les résultats présentés au tableau 1 donnent fortement à penser que, à moins que des efforts supplémentaires ne soient déployés pour lutter contre la pollution atmosphérique de source lointaine, des réductions de la productivité forestière sont à prévoir partout au Canada. Les réductions les plus prononcées s'observeraient dans l'est du Canada. Au Québec et en Ontario ainsi que dans les provinces de l'Atlantique, des réductions moyennes de la productivité de 7,4 et de 4,5 % respectivement devraient se produire d'ici à 1994 et de 11,5 et de 8,4 % respectivement d'ici à 2014. Dans l'ouest du Canada, les réductions de la productivité forestière attribuables à la pollution atmosphérique de source lointaine devraient être relativement faibles. Le recul moyen qui devrait se produire d'ici à 1994 est inférieur à 1 % tant pour la région des Prairies et des Territoires du Nord-Ouest que pour celle de la Colombie-Britannique et du Yukon. Toutefois, les réductions prévues atteignent 2,3 et 1,6 % respectivement d'ici à 2014. Il convient de souligner que, malgré l'écart d'opinion entre les spécialistes scientifiques, tous les chiffres des moyennes sont statistiquement significativement différents de zéro à un coefficient de confiance de 95 %

3.2 Scénario de réglementation 1

Le premier scénario de lutte contre la pollution évalué dans le cadre de l'enquête de Forêts Canada débouchait sur «des niveaux de pollution constants». Les répondants étaient invités à tenir compte de l'hypothèse que des mesures de réglementation étaient prises qui devaient maintenir la pollution à des niveaux qu'elle atteignait récemment (1984) pour un avenir indéterminé. (Les mesures de réglementation n'étaient pas précisées. Les répondants étaient tout simplement invités à présumer que la réglementation parvenait à maintenir des niveaux de pollution constants.) Comme pour le scénario de référence, les répondants étaient invités à estimer le pourcentage de changement le plus probable de la productivité forestière. Le tableau 2 indique le changement estimatif moyen de la productivité ainsi que les écarts types, le nombre de répondants et la fourchette des réponses.

---

1. Plus précisément, les répondants étaient invités à tenir compte des hypothèses suivantes : a) absence de tout changement fondamental de la réglementation de lutte contre la pollution; b) aucun accord international limitant la pollution transfrontière; et c) croissance modérée de l'économie et de la population dans l'avenir. Les répondants prévoyaient ensuite des augmentations continues du niveau de tous les polluants-clés susceptibles d'avoir une incidence néfaste sur les forêts. Pour plus de détails sur les niveaux prévus de polluants particuliers, voir Fraser et collab., 1985.

Tableau 1. Changement estimatif en pourcentage de la productivité forestière future dans une situation conforme au scénario de référence (Fraser et collab., 1985, tableau 14, page 23)

Région	Moyenne (%)	Écart type (%)	Nombre de répondants	Fourchette (%)
		d'ici à 1994		
Provinces de l'Atlantique	-4,50	2,32	22	-10,0 à 0,0
Québec–Ontario	-7,41	3,26	25	-15,0 à 0,0
Prairies–T.N.-O.	-0,78	1,25	24	-5,0 à 0,0
C.-B.–Yukon	-0,86	1,66	24	-7,5 à 1,0
		d'ici à 2014		
Provinces de l'Atlantique	-8,35	4,49	22	-20,0 à 0,0
Québec–Ontario	-11,53	6,04	25	-30,0 à 0,0
Prairies–T. N.-O.	-1,63	2,40	25	-10,0 à 0,0
C.-B.–Yukon	-2,30	3,32	25	-15,0 à 0,0

La différence entre le scénario de réglementation 1 et le scénario de référence est la prévention des augmentations projetées des niveaux de pollution. Cependant, les tableaux 1 et 2 sont très semblables. Bien qu'il y ait une baisse insignifiante des chiffres de la diminution de la productivité forestière, des réductions appréciables à ce chapitre sont toujours à prévoir. Une fois encore, ce sont le Québec et l'Ontario ainsi que les provinces de l'Atlantique qui devraient connaître les effets les plus prononcés. Des baisses de productivité de 5,3 et de 3,2 % respectivement devraient s'observer d'ici à 1994 et de 8,7 et de 6,1 % respectivement d'ici à 2014. Les pertes moyennes prévues d'ici à 1994 dans les régions des Prairies et des Territoires du Nord-Ouest et de la Colombie-Britannique et du Yukon sont encore une fois inférieures à 1 %, mais cette fois, elles ne sont pas statistiquement significativement différentes de zéro à un coefficient de confiance de 95 %. Toutefois, de petites réductions de 0,9 et de 1,6 % qui devraient survenir d'ici à 2014 sont statistiquement significatives.

3.3 Scénario de réglementation 2

Le deuxième scénario de lutte contre la pollution évalué dans le cadre de l'enquête de Forêts Canada est le reflet d'une stratégie de lutte contre la pollution beaucoup plus vigoureuse. Les répondants étaient invités à tenir compte de l'hypothèse que des mesures de réglementation étaient prises qui devaient réduire la pollution de 50 % d'ici à 1994 et qu'il serait possible de maintenir le niveau de pollution moindre pour un temps indéterminé. Le tableau 3 indique les changements estimatifs moyens de la productivité, les écarts types, le nombre de répondants et la fourchette des réponses.

Dans ce cas-ci, les résultats sont très différents de ceux du scénario de référence et du scénario de réglementation 1. Premièrement, il devrait y avoir une petite augmentation de la productivité forestière et dans les provinces de l'Atlantique et au Québec et en Ontario d'ici à 1994 et une augmentation plus importante d'ici à 2014. Les forêts de l'est du Canada, croit-on, devraient en effet se remettre en partie des méfaits de la pollution. Deuxièmement, dans tout l'ouest du pays, les pertes de la productivité forestière devraient être négligeables et statistiquement insignifiantes.

Tableau 2. Changement estimatif en pourcentage de la productivité forestière future suivant le scénario de réglementation 1 (Fraser et collab., 1985, tableau 17, page 25)

Région	Moyenne (%)	Écart type (%)	Nombre de répondants	Fourchette (%)
		d'ici à 1994		
Provinces de l'Atlantique	-3,19	2,12	22	-7,5 à 0,0
Québec–Ontario	-5,26	3,16	25	-10,0 à 0,0
Prairies–T.N.-O.	-0,47	0,83	23	-2,5 à 0,0
C.-B.–Yukon	-0,66	1,26	23	-5,0 à 1,0
Prairies–T. N.-O.	-0,93	1,37	23	-5,0 à 0,0
l'Atlantique	-6,09	3,65	22	-15,0 à 0,0
		d'ici à 2014		
Provinces de Québec–Ontario	-8,73	4,91	25	- 20,0 à 0,0
C.-B.–Yukon	-1,64	2,31	23	- 10,0 à 0,0

Tableau 3. Changement estimatif en pourcentage de la productivité forestière future suivant le scénario de réglementation 2 (Fraser et collab., 1985, tableau 19, page 27)

Région	Moyenne (%)	Écart type (%)	Nombre de répondants	Fourchette (%)
		d'ici à 1994		
Provinces de l'Atlantique	+0,53	2,09	21	-2,5 à +5,0
Québec–Ontario	+0,48	3,89	22	-5,0 à +7,0
Prairies–T.N.-O.	-0,14	0,47	22	-2,0 à +0,0
C.-B.–Yukon	-0,11	0,62	22	-2,5 à +1,0
		d'ici à 2014		
Provinces de l'Atlantique	+1,20	3,57	21	-5,0 à +10,0
Québec–Ontario	+1,68	4,97	22	-10,0 à +15,0
Prairies–T. N.-O.	-0,16	0,68	22	-3,0 à +0,5
C.-B.–Yukon	-0,07	1,24	22	-5,0 à +2,0

3.4 Avantages des mesures de réglementation au niveau de la productivité forestière

Les avantages «anticipés» des mesures de réglementation au niveau de la productivité forestière sont constitués des différences entre les changements prévus à cet égard dans le scénario de référence et dans chaque scénario de réglementation. Pour en arriver à une estimation des avantages qui découleront probablement des deux options de réglementation, les distributions théoriques des tableaux 1 et 2 et des tableaux 1 et 3 ont été combinées à l'aide de techniques statistiques standard. Les avantages estimatifs du scénario de réglementation 1 (niveaux de pollution constants) et du scénario de réglementation 2 (réduction de 50 % des niveaux de pollution) sont présentés aux tableaux

4 et 5 respectivement. Outre l'écart type combiné pour les estimations et le nombre de répondants, un intervalle de confiance de 95 % est signalé pour chaque estimation des avantages régionaux.[1] Cet intervalle est révélateur de la diversité d'opinion chez les spécialistes sur les incidences sur la productivité forestière de la pollution atmosphérique de source lointaine. La taille de l'intervalle peut être directement attribuée à l'incertitude concernant tant les effets de la pollution de l'air que l'efficacité des mesures de lutte.

Le tableau 4 montre que les avantages anticipés de l'option de réglementation 1 au plan de la productivité sont relativement restreints. Dans l'Ouest, les avantages anticipés sont négligeables (moins de 1 %) tant d'ici à 1994 que d'ici à 2014. Dans l'Est, les avantages anticipés sont quelque peu plus importants mais se traduisent toujours par un gain inférieur à 3 % au chapitre de la productivité forestière d'ici à 2014 par rapport au scénario de référence. Le seul résultat statistiquement significatif à un coefficient de confiance de 95 % s'observe dans la région du Québec et de l'Ontario d'ici à 1994. La valeur zéro (aucun effet) est contenue dans tous les autres intervalles de confiance.

La façon de procéder indiquée dans la note en bas de page donnera probablement un biais relativement modéré aux intervalles de confiance. Puisque les données de base sont des estimations du changement au niveau de la productivité formulées par les répondants à l'enquête, il est possible s'établir une corrélation entre les moyennes. Dans ce cas, l'emploi du test jumelé, quelque peu plus rare, pour déterminer la différence entre les moyennes peut être approprié. Le test jumelé pourrait rétrécir les intervalles de confiance estimatifs.

Le tableau 5 montre que les avantages pour la productivité anticipés de l'option 2 sont beaucoup plus importants. Les avantages anticipés de la région Québec–Ontario sont des augmentations de la productivité forestière de 7,9 % par rapport au scénario de référence d'ici à 1994 et de 13,2 % d'ici à 2014. L'intervalle de confiance de 95 % pour cette région va de 9,9 à 16,5 % d'augmentation de la productivité d'ici à 2014. Dans la région de l'Atlantique, les avantages estimatifs vont de +12,7 à +6,4 % par rapport au scénario de référence, avec avantages anticipés de +9,6 % d'ici à 2014. Les avantages anticipés pour l'Ouest sont, naturellement, faibles. Tant dans la région de la Colombie-Britannique et du Yukon que dans celle des Prairies et des Territoires du Nord-Ouest, ils sont inférieurs à 1 % d'augmentation de la productivité forestière par rapport au scénario de référence d'ici à 1994. Des avantages plus importants mais tout de même restreints sont prévus d'ici à 2014. Toutefois, tous les avantages sauf ceux estimés pour la Colombie-Britannique et le Yukon d'ici à 1994 sont statistiquement significatifs à un niveau de confiance de 95 %.

En résumé, il y a consensus assez fort chez les spécialistes : une réduction de 50 % des niveaux de pollution atmosphérique de source lointaine entraînerait d'importants avantages au chapitre de la productivité forestière. Même les limites inférieures pessimistes des intervalles de confiance du scénario 2 supposent des augmentations de 6 et 10 % de la productivité forestière par rapport au scénario de référence d'ici à 2014 dans les provinces de l'Atlantique et dans la région du Québec et de l'Ontario respectivement. Il y a également consensus raisonnable chez les spécialistes sur le fait que le simple maintien de la pollution atmosphérique aux niveaux actuels entraînera peu d'avantages. Dans le scénario 1, les augmentations de la productivité forestière par rapport au scénario de référence ne sont qu'accessoires dans toutes les régions du pays. En outre, les avantages estimatifs ne sont, presque sans exception, pas significativement différents de zéro à un niveau de confiance de 95 %.

---

1. L'intervalle de confiance est déterminé en supposant des estimations «indépendantes» des moyennes de changement dans la productivité dans chaque scénario de lutte contre la pollution. Partant de là, la variance combinée pour deux moyennes se détermine comme suit :

$$S^2 \text{ combiné} = \frac{[n_1 - 1]S^2_1 + [n_2 - 1]S^2_2}{n_1 + n_2 - 2}$$

et l'intervalle de confiance pour la différence de moyenne se détermine ainsi :

$$\text{Intervalle de confiance}_{(1-a)} = \bar{Y}_1 - \bar{Y}_2 \pm t_{a/2}(S_P)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)^{1/2}$$

Tableau 4. Avantages du scénario de réglementation 1

Région	Moyenne (%)	Écart type (%)	Nombre de répondants	Fourchette (%)
		d'ici à 1994		
Provinces de l'Atlantique	+1,31	2,22	44	+2,66 à -0,04
Québec–Ontario	+2,15	3,21	50	+3,98 à +0,32
Prairies–T.N.-O.	+0,31	1,06	47	+0,95 à -0,33
C.-B.–Yukon	+0,20	1,48	47	+1,98 à -0,69
		d'ici à 2014		
Provinces de l'Atlantique	+2,26	4,09	44	+4,81 à -0,29
Québec–Ontario	+2,80	5,50	50	+5,83 à -0,33
Prairies–T. N.-O.	+0,70	1,97	48	+1,85 à -0,45
C.-B.–Yukon	+0,66	2,88	48	+2,34 à -1,02

Tableau 5. Avantages du scénario de réglementation 2

Région	Moyenne (%)	Écart type (%)	Nombre de répondants	Intervalle de confiance de 95 (%)
		d'ici à 1994		
Provinces de l'Atlantique	+5,03	2,21	43	+6,39 à +3,64
Québec–Ontario	+7,89	3,57	50	+9,99 à +5,79
Prairies–T.N.-O.	+0,64	0,96	46	+1,28 à +0,07
C.-B.–Yukon	+0,75	1,27	46	+1,51 à -0,01
		d'ici à 2014		
Provinces de l'Atlantique	+9,55	4,07	43	+12,66 à +6,44
Québec–Ontario	+13,21	5,57	47	+16,49à +9,93
Prairies–T. N.-O.	+1,47	1,81	47	+2,04à +0,90
C.-B.–Yukon	+2,23	2,57	47	+3,74à +0,72

4.0 Productivité forestière et taux de récolte

La section précédente faisait état de la moyenne et de l'ampleur des avantages pour la productivité des deux scénarios de lutte contre la pollution. L'étape suivante du processus consiste à en déterminer les conséquences au niveau des récoltes de bois. Bien qu'il existe un rapport indéniable entre la productivité forestière et le taux de récolte, ce rapport n'est pas forcément direct ni immédiat. Le changement des taux de récolte consécutifs au contrôle de la pollution dépend de la nature du changement de la productivité forestière et de la réponse des organismes de gestion. Et plus loin, nous analysons ces questions de façon quelque peu détaillée et nous élaborons un ensemble d'hypothèses plausibles. Dans les sections suivantes, nous nous fondons sur ces hypothèses pour projeter les récoltes futures avec et sans mesures de lutte contre la pollution. Pour faciliter l'exposé, nous nous

concentrons, tout au long de l'analyse, sur l'incidence sur la productivité estimative moyenne de chaque scénario de lutte contre la pollution.

4.1 Nature du changement de la productivité

Les données émanant d'études sur la pollution de source ponctuelle et les dommages causés aux forêts en Europe centrale, reliés semble-t-il à la pollution, laissent prévoir des pertes de productivité résultant de deux types de dommages (Gorham et Gordon, 1960). Il peut y avoir premièrement réduction généralisée de la croissance et du rendement forestiers et deuxièmement mortalité de certaines espèces d'arbres sensibles. Dans l'enquête de Forêts Canada, les spécialistes scientifiques étaient invités à estimer la répartition des pertes de productivité potentielles entre ces deux catégories. Les résultats moyens sont présentés au tableau 6.

Dans la région de l'Atlantique, la mortalité des arbres devrait être à l'origine d'environ 20 % de la perte de productivité forestière d'ici à 1994. D'ici à 2014, la proportion passe à quelque 26 %. Dans la région du Québec et de l'Ontario, la mortalité devrait être à l'origine d'environ 24 % de la perte de productivité d'ici à 1994 et d'environ 28 % d'ici à 2014. Dans tout l'uoest, la part proportionnelle de la mortalité devrait être considérablement moindre. La part proportionnelle moyenne de la mortalité va d'un minimum de 12 % dans les Prairies d'ici à 1994 à un maximum de 18 % en Colombie-Britannique d'ici à 2014.

Tableau 6. Répartition estimative entre la mortalité et la réduction de la croissance de l'incidence sur la productivité forestière (Fraser et collab., 1985, tableau 15, page 24)

Région	Mortalité (%)	Réduction de la croissance (%)
	d'ici à 1994	
Provinces de l'Atlantique	20	80
Québec–Ontario	24	76
Prairies–T.N.-O.	12	88
C.-B.–Yukon	14	86
	d'ici à 2014	
Provinces de l'Atlantique	26	74
Québec–Ontario	28	72
Prairies–T. N.-O.	15	85
C.-B.–Yukon	18	82

4.2 Réponses de la gestion à la mortalité des arbres

Dans le cas de la mortalité des arbres, plusieurs hypothèses de réponses de la gestion sont possibles. L'une d'elles, qui a la préférence de plusieurs analystes européens, veut que les récoltes commerciales à court terme augmenteront pour récupérer le bois des arbres mourants (O.F. Hall et E. Niesslein, *Status of Atmospheric Damage to Forests in West Germany*, Virginia Polytechnic Institute and State University, manuscrit inédit, 1985; E. Niesslein, *Economic and Political Consequences of Waldsterben*, Frieburg University, rapport provisoire, février 1985). Ils prévoient en effet une augmentation à court terme de l'approvisionnement en bois suivie d'une réduction à long terme des récoltes. Toutefois, même avec la coupe de récupération, cette augmentation projetée ne se produira

pas nécessairement. En 1984, par exemple, les Allemands de l'Ouest indiquaient que les coupes prévues étaient en partie retardées pour compenser la coupe de récupération. Il est possible de substituer du bois endommagé à du bois non endommagé sans occasionner de changement net dans les livraisons à court terme de bois.[1]

Dans le contexte canadien, la coupe de récupération a peu de chance de jouer un rôle aussi important, car l'aménagement forestier est ici beaucoup moins intensif qu'en Europe et la forêt, beaucoup moins accessible. Par conséquent, la coupe de récupération sera probablement l'exception plutôt que la règle. Une autre façon de voir les choses est de présumer que la récolte sera réduite selon l'importance de la mortalité à la date prévue de maturité du peuplement. Il est donc possible d'établir un modèle de la mortalité attribuable à la pollution qui suppose une réduction importante des récoltes dans un proche avenir ou dans un avenir éloigné selon la classe d'âge et la maturité du bois attaqué. Cette méthode, par contre, ne tient pas compte de la possibilité d'aménager autrement le peuplement attaqué. Durant l'année où le peuplement devrait parvenir à maturité, le deuxième peuplement le plus désirable pourrait être coupé à la place et tous les autres peuplements seraient alors exploités en conséquence. De cette manière, les effets de la mortalité sont plus susceptibles d'être étalés sur l'ensemble de la forêt et sur une révolution complète. Cette approche trouve un équivalent dans les méthodes que Van Wagner a proposées (1979) pour évaluer les pertes attribuables aux incendies de forêt au Canada.

4.3 Réponse de la gestion à la réduction de la croissance

Il semble approprié d'établir un lien direct entre la perte de productivité attribuable à la réduction de la croissance et le taux de récolte; cependant, un examen plus attentif dévoile l'existence de plusieurs facteurs qui viennent compliquer les choses. Dans un régime d'aménagement avec production soutenue, la croissance réduite sera prise en compte dans le calcul de la coupe admissible, mais même dans une forêt «normale»[2], l'effet global de la réduction de la croissance sur les taux de récolte ne sera pas ressenti avant la fin d'une révolution complète. Chaque arbre représente un inventaire de croissance au cours de la totalité de son cycle de vie. Il serait exagéré de réduire immédiatement les coupes admissibles pour tenir compte de la réduction globale de la croissance attribuable à la pollution, car il ne faut pas oublier qu'il y aura une croissance normale avant que la pollution ne fasse des dégâts. Dans une forêt normale, la réduction de la croissance entraînerait une diminution graduelle des rendements effectifs au cours d'une révolution complète. Au Canada, où une grande partie de l'inventaire forestier actuel est mûr ou suranné, le lien entre croissance réduite et taux de récolte est encore moins direct. Puisque les taux de croissance du bois mûr et suranné sont vraisemblablement faibles ou inexistants, une réduction de la croissance de cette partie de l'inventaire n'est guère pertinente. Dans un cas idéal où la totalité de l'inventaire est mûr ou suranné, on pourrait maintenir les coupes pendant une révolution complète avant de diminuer au moment où débuterait la récolte des arbres de seconde pousse. Les effets de la pollution pourraient simplement accentuer la diminution ou entraîner une réduction des futures récoltes plutôt que de toucher les niveaux actuels de coupe.

---

1. Évidemment, cette stratégie ne peut fonctionner que si les dommages sont limités. Pour être efficace, la coupe de récupération doit survenir dans l'année ou dans les deux ans suivant la mort des arbres. Si la mortalité excède les récoltes prévues durant cette période, le processus de substitution s'écroulera.

2. Dans les ouvrages de sylviculture, une forêt normale est une forêt possédant plusieurs peuplements de même taille allant d'un nouveau regarni à un peuplement mûr prêt à être coupé. En théorie, il s'agit d'une forêt aménagée après une révolution complète.

4.4 Facteur de correction du taux de récolte

En résumé, en premier lieu, la perte (ou l'augmentation) de productivité entraînée par la pollution dépendra vraisemblablement des effets de la «mortalité» et de la «croissance». En deuxième lieu, l'effet de la mortalité au Canada a plus de chance de se traduire par une légère diminution des récoltes que par une forte diminution survenant à un moment précis ou encore par une brève augmentation de la récolte attribuable à la coupe de récupération. En troisième lieu, les pertes de productivité de la forêt attribuables à une réduction de la croissance au Canada auront vraisemblablement un premier effet modéré sur les taux de récolte et un effet global différé.

Compte tenu de ces éléments, les hypothèses et méthodes suivantes ont été utilisées en vue de traduire les effets liés à la productivité de la section 2 en facteurs de correction du taux de récolte. Premièrement, le changement de la productivité est réparti entre la mortalité et la réduction de la croissance en fonction des résultats de l'enquête de Forêts Canada. Deuxièmement, un lien direct existerait entre la mortalité et le taux de récolte. Par conséquent, une perte de productivité de x % due à la mortalité liée à la pollution se traduirait par une réduction directe de x % du taux de récolte. En fait, la mortalité se traduirait par une perte annuelle égale des récoltes au cours de la révolution complète. Troisièmement, il faudrait supposément 50 ans avant que la réduction de la croissance ne touche pleinement les taux de récolte.[1] L'effet complet se fait graduellement sentir de façon directe au cours de cette période.

Les figures 1 à 4 exposent les incidences liées à ces hypothèses sur les quatre régions du Canada. Elles indiquent la diminution (ou l'augmentation) prévue des taux de récolte (en pourcentage) pour des années données selon le scénario de référence et les deux scénarios de réglementation. Ainsi, dans la région de l'Atlantique, selon le scénario de référence (c'est-à-dire en l'absence d'autres mesures de lutte contre la pollution), les récoltes de 1994 devraient être, d'après les projections, de 0,9 % inférieures au niveau atteint, sans modification de la productivité. Cette perte devrait atteindre 8,4 % d'ici 2064. Pour le Québec et l'Ontario, il s'agirait d'une perte de 1,8 et de 11,5 % pour 1994 et 2064 respectivement.

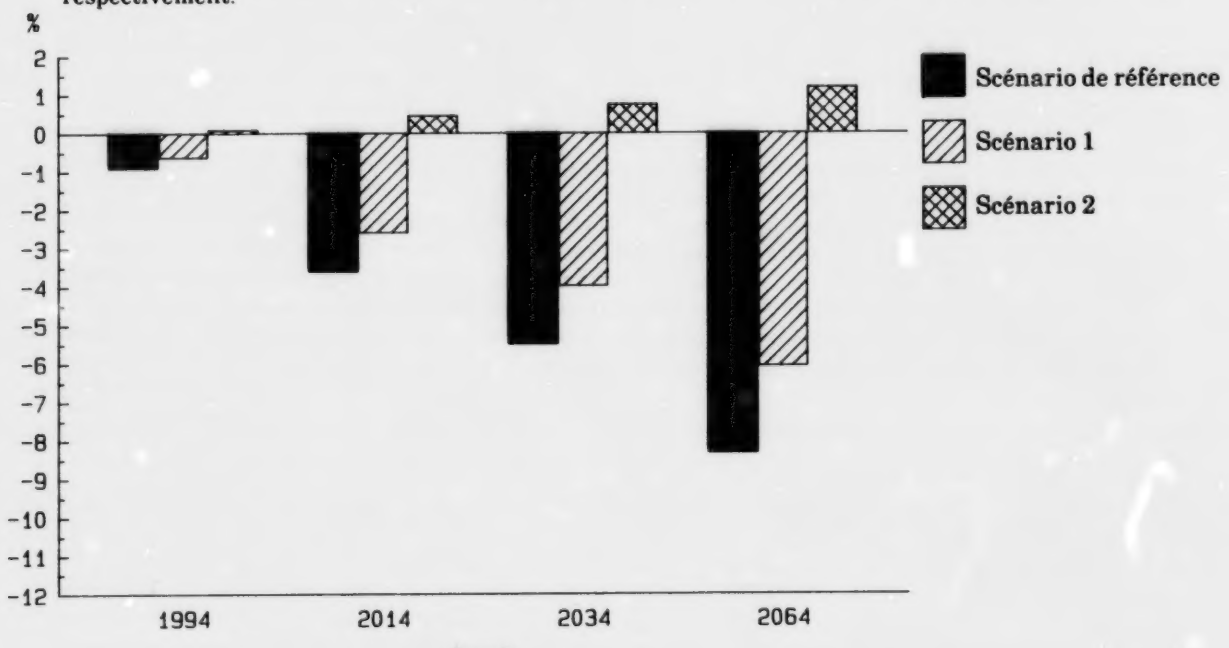


Figure 1. Ajustement des récoltes dans les provinces atlantiques.

1. 50 ans pourraient ne pas suffire pour que l'effet de la réduction de la croissance se fasse sentir. Au Canada, les âges d'exploitabilité dépassent généralement 50 ans; cependant, la modification de la productivité n'est estimée que jusqu'à 2014, et la situation peut se détériorer après cette date. Le compromis est d'introduire l'effet de la réduction de la croissance sur 50 ans.

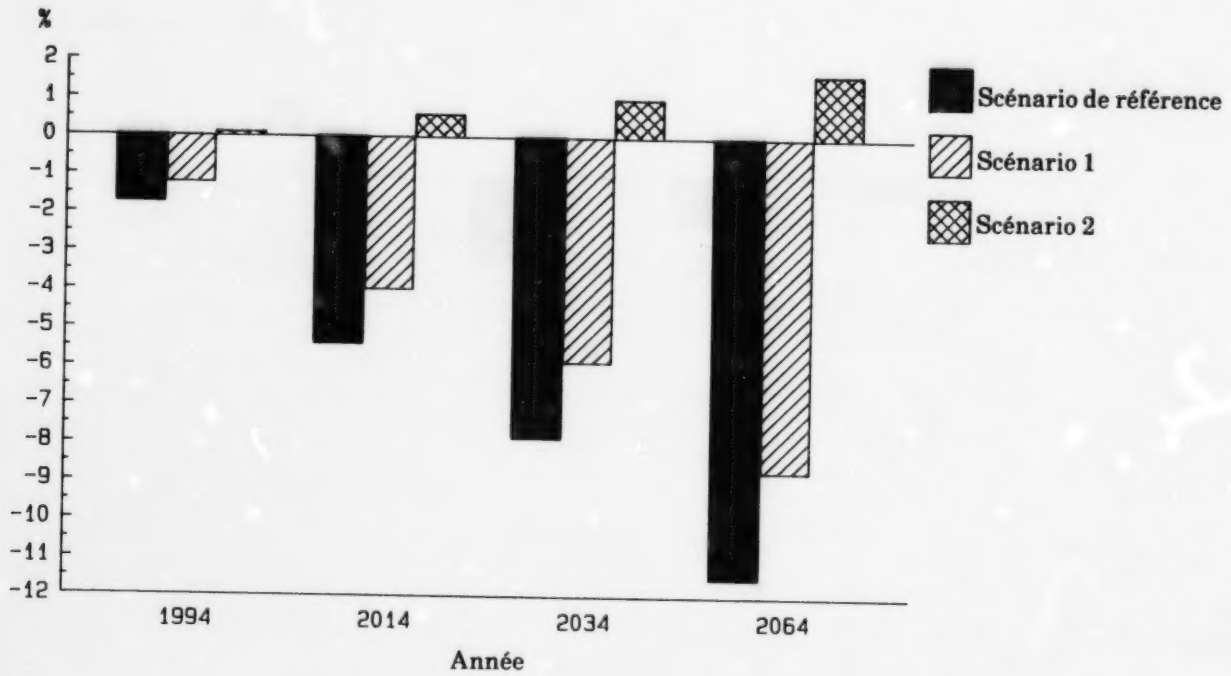


Figure 2. Ajustement des récoltes au Québec et en Ontario.

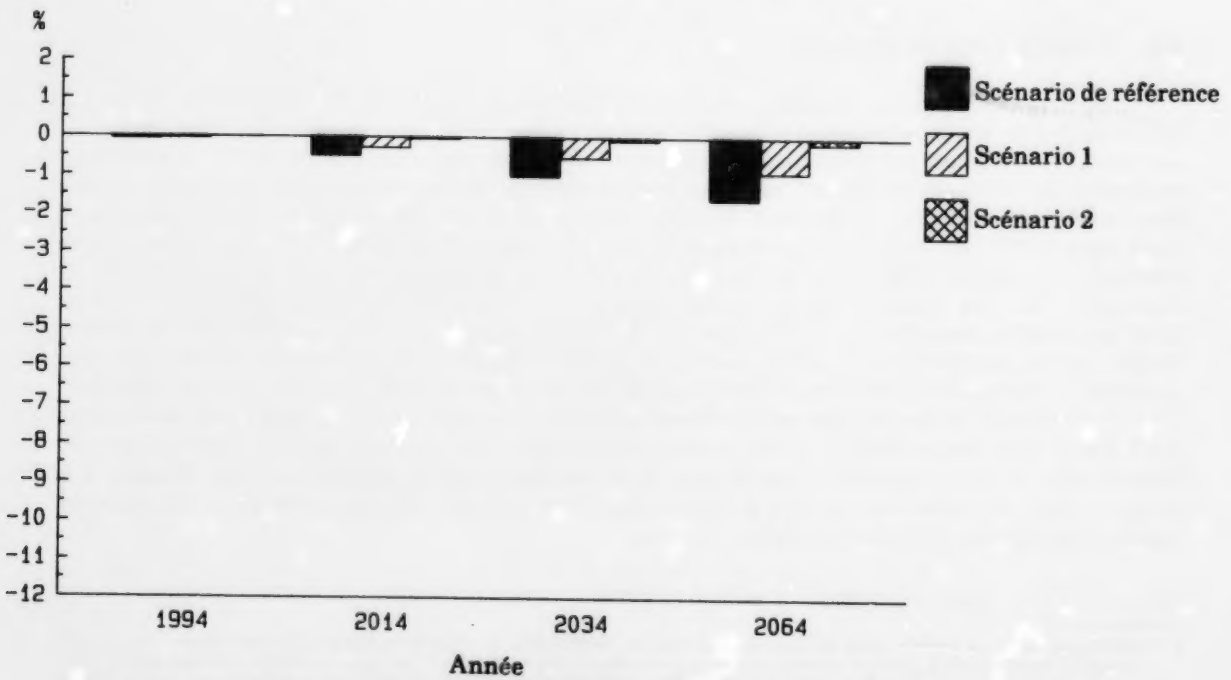


Figure 3. Ajustement des récoltes dans les Prairies et les Territoires du Nord-Ouest.

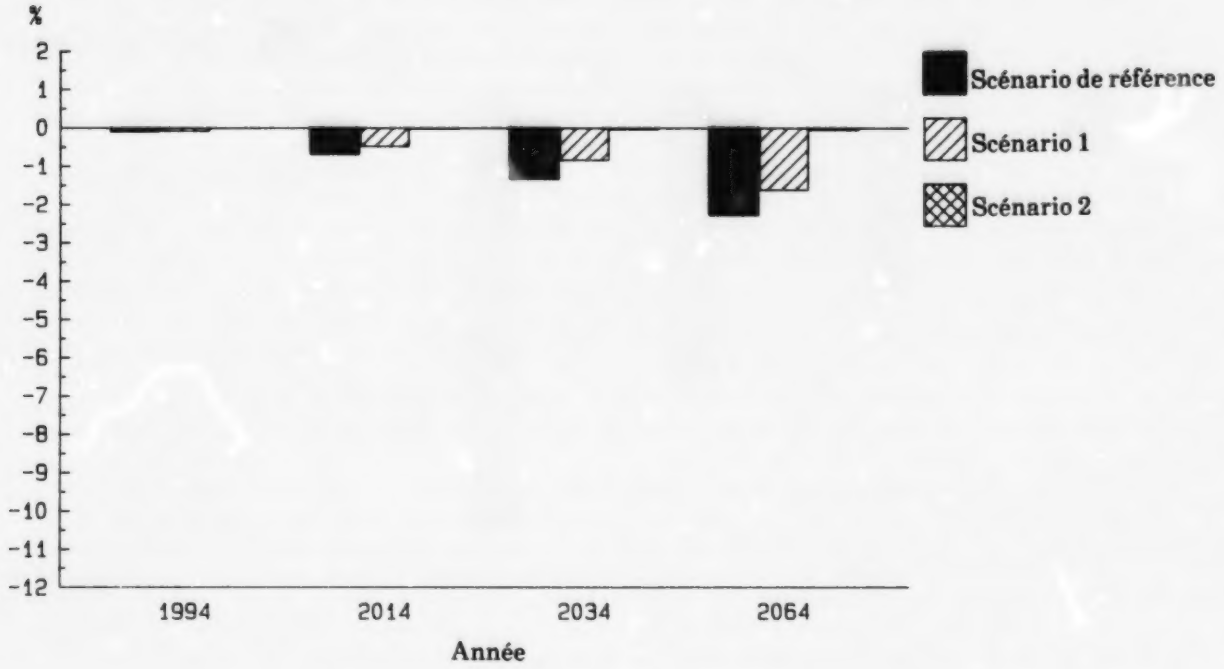


Figure 4. Ajustement des récoltes en Colombie-Britannique et au Yukon.

4.5 Projections de récoltes

L'avenir de l'approvisionnement en bois au Canada est incertain et controversé même en l'absence d'effets liés à la pollution atmosphérique de source lointaine. Au cours des trois dernières décennies, les récoltes canadiennes ont augmenté de façon impressionnante et les possibilités réalisables annuelles calculées indiquent un surplus susceptible de permettre une expansion future dans ce contexte difficile. Cependant, ce surplus pourrait se révéler illusoire (F.L.C. Reed and Associates, 1978). En effet, le calcul des possibilités réalisables s'est surtout fait jusqu'à présent en fonction de la disponibilité physique du bois, la viabilité économique de celui-ci recevant moins d'attention. Or, une bonne partie du surplus apparent est constituée de bois de piètre qualité situé dans des zones inaccessibles ou vulnérables sur le plan écologique, qui peut très bien ne jamais être récolté. En fait, les récoltes au Canada pourraient diminuer au cours des décennies à venir lorsque les peuplements mûrs auront été éliminés et remplacés par une forêt de seconde venue à volume inférieur.

Pour établir les projections, nous sommes partis de l'hypothèse relativement prudente voulant que les récoltes se maintiendraient aux niveaux actuels (moyenne annuelle de 1981-1985) partout au Canada, sans qu'il n'y ait modification de la productivité attribuable à la pollution.[1] Les figures 5 à 8 indiquent les estimations des récoltes à venir selon le scénario de référence et les deux scénarios de réglementation, pour chacune des régions du pays.

1. Cette hypothèse a été retenue pour faciliter la présentation. Cependant, les avantages liés aux taux de récolte que permet d'obtenir la lutte contre la pollution correspondent aux «écarts» entre les récoltes obtenues en présence de mesures de lutte contre la pollution et en l'absence de telles mesures. Par conséquent, les hypothèses de remplacement concernant la future récolte de bois au Canada n'auront qu'un effet marginal sur les avantages prévus.

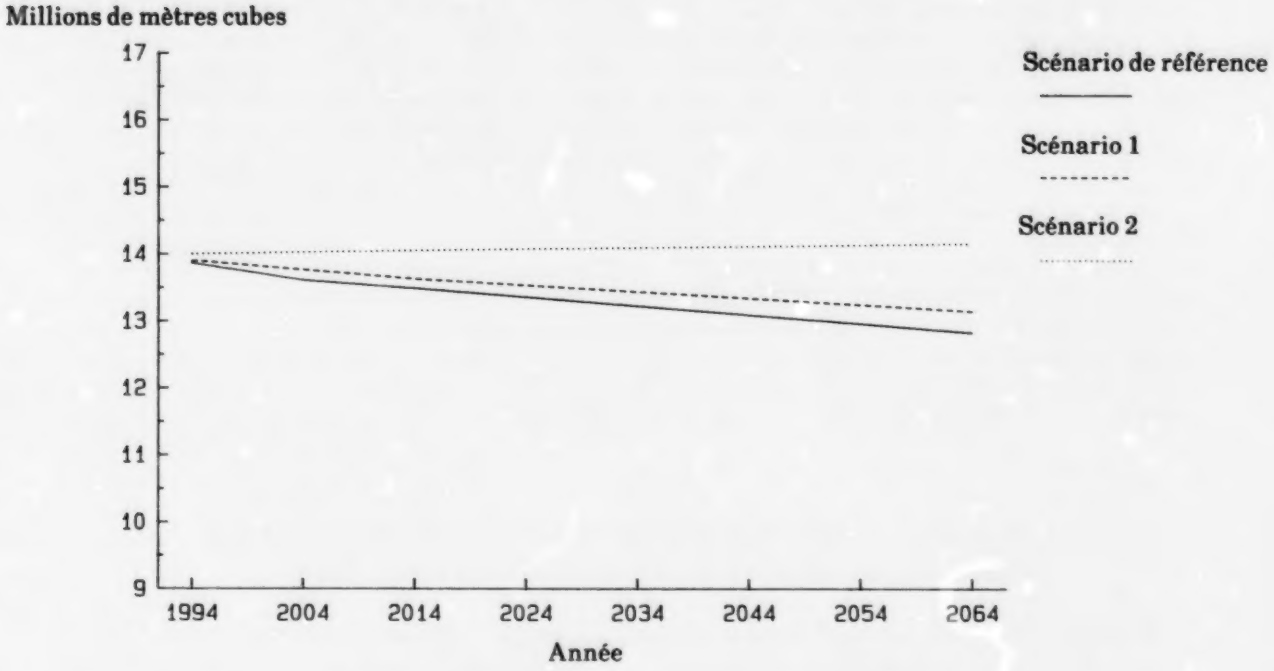


Figure 5. Récolte totale dans les provinces atlantiques.

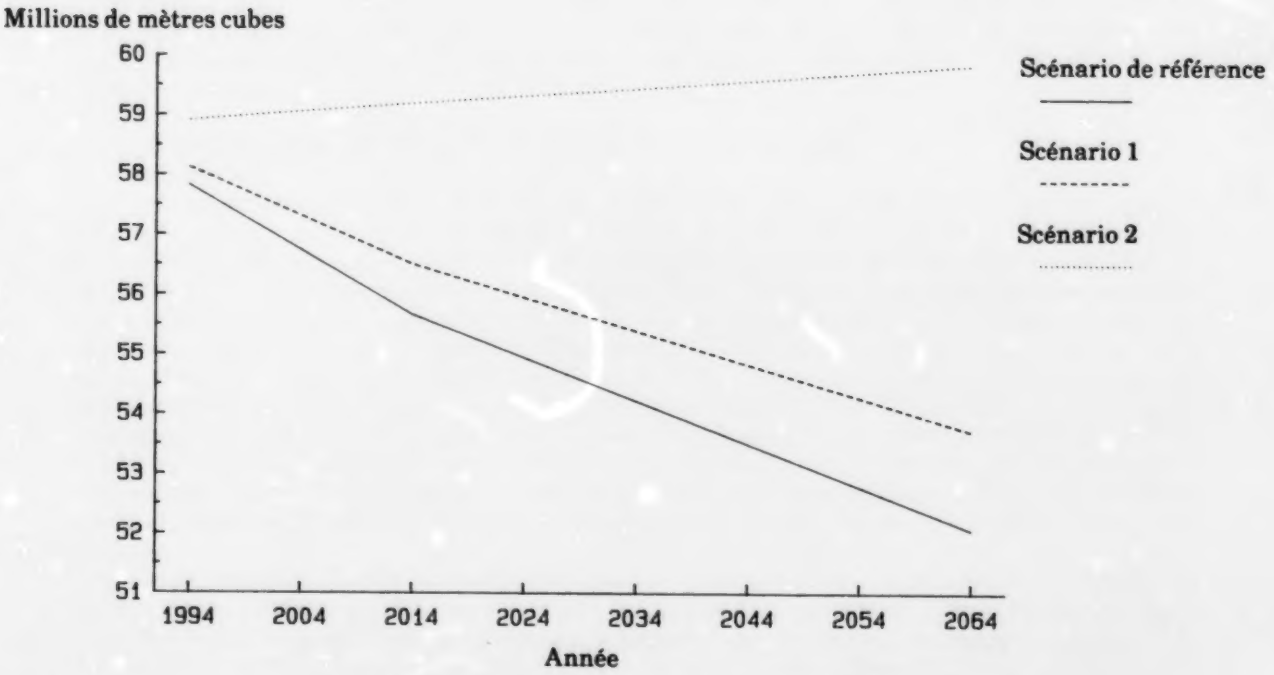


Figure 6. Récolte totale au Québec et en Ontario.

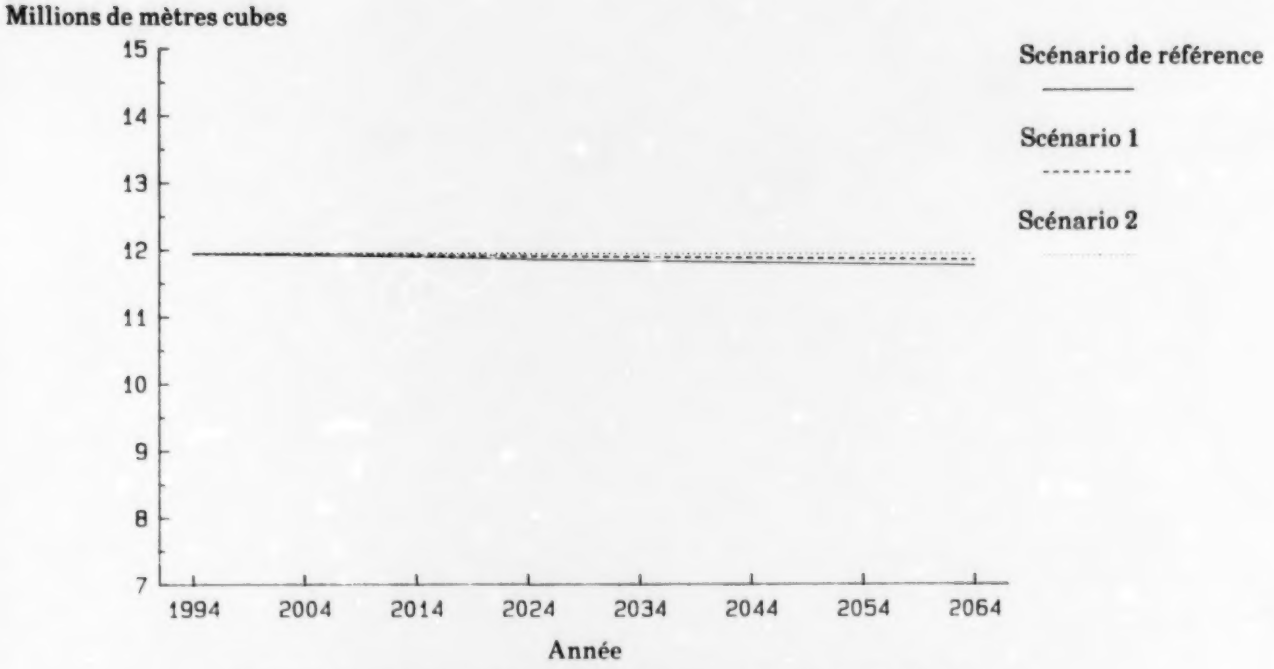


Figure 7. Récolte totale dans les Prairies et les Territoires du Nord-Ouest.

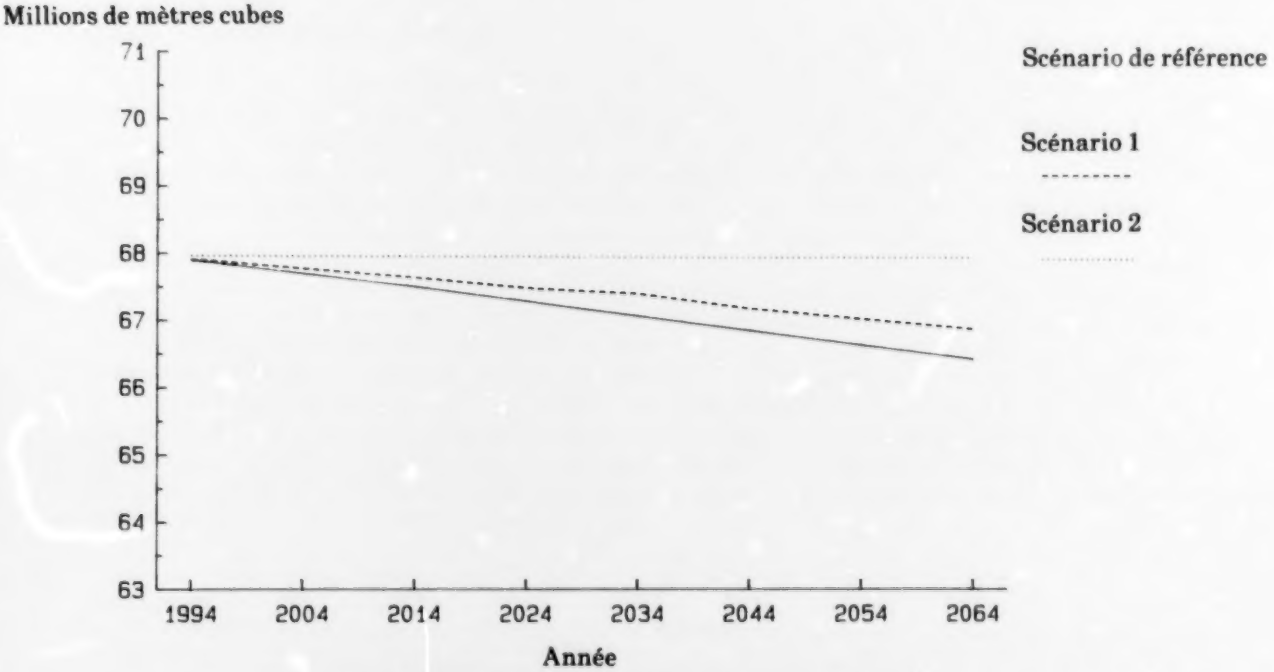


Figure 8. Récolte totale en Colombie-Britannique et au Yukon.

En l'absence de mesures de lutte additionnelles contre la pollution (scénario de référence), les récoltes devraient diminuer dans chacune des régions du Canada. Le fait de maintenir la pollution aux niveaux actuels (scénario de réglementation 1) ne modifierait guère cet état de choses. En revanche, réduire de 50 % les niveaux de pollution (scénario de réglementation 2) aurait un effet beaucoup plus important. Dans ce cas, non seulement les niveaux de récolte seraient maintenus dans toutes les régions, mais encore l'Est pourrait connaître une certaine augmentation.

L'écart entre les volumes prévus de bois récolté selon le scénario de référence et les volumes prévus selon chacun des deux scénarios de réglementation représente les avantages liés aux taux de récolte que permettrait chacune des options de lutte contre la pollution. Même avec une réduction de 50 % des niveaux de pollution, ces avantages restent faibles à court terme. La récolte prévue selon le scénario de réglementation 2 dépasse à peine celle du scénario de référence pour 1994. Cependant, les avantages augmentent régulièrement à mesure que la réduction de la croissance commence à influer sur le système. D'ici 2064, l'écart entre les volumes prévus de récolte dépasse 7 millions de mètres cubes pour la région Québec–Ontario et environ 1,3 million dans les provinces atlantiques. Même dans la région Colombie-Britannique–Yukon où devraient être minimes les effets de la pollution atmosphérique de source lointaine sur la productivité, un écart d'environ 1,5 million de mètres cubes est prévu dans les taux de récolte.

5.0 Avantages sociaux et économiques de la lutte contre la pollution atmosphérique de source lointaine

La section 3.0 faisait état des évaluations des avantages possibles au niveau de la productivité selon deux options de lutte contre de la pollution atmosphérique de source lointaine. La section 4.0 abordait la question des incidences que la productivité peut avoir sur les futurs niveaux de récolte. Les projections concernant les taux de récolte prévus ont alors été établies en fonction du scénario de référence et des deux scénarios de lutte contre la pollution à l'étude. À partir de l'écart entre les taux de récolte, il est possible d'estimer les avantages sur le plan social et économique des deux options de lutte contre la pollution. L'analyse initiale est axée sur les avantages «anticipés» de la lutte. Le rapport traite ensuite de l'étendue et de la distribution possibles de ces avantages.

5.1 Avantages sur le plan de l'efficience économique

La mesure conceptuelle correcte des avantages que procure la lutte contre la pollution sur le plan de l'efficience économique, c'est l'écart net au niveau du surplus du consommateur et du surplus du producteur (Protocole d'entente États-Unis–Canada sur la pollution atmosphérique transfrontière; rapport final, sections 7 et 8, janvier 1983; Kneese, 1984). La lutte contre la pollution entraîne un déplacement vers l'extérieur du barème d'offre en produits forestiers par rapport à une stratégie de non-lutte. Comme l'indique la figure 9, ce déplacement suppose une diminution des prix des produits qui profite au consommateur, car elle augmente la différence entre le montant maximal que le consommateur est prêt à payer et le prix qu'il paie effectivement (c'est-à-dire le surplus du consommateur). Un effet semblable pourrait jouer pour le producteur. Dans la mesure où la lutte contre la pollution favorise une production à coût moyen inférieur, le bénéfice net du producteur augmentera. Selon l'élasticité de la demande, cet effet du surplus du producteur peut être annulé en partie ou même dans une large mesure par les réductions du prix du marché (Kneese, 1984) (voir figure 9).

Il est impossible de déterminer les conséquences de la lutte contre la pollution sur le surplus du consommateur et du producteur sans spécifier le barème de l'offre et celui de la demande. Cela suppose d'établir une modélisation relativement complexe aussi bien de la demande que de l'offre de même qu'une modélisation passablement complète de différents effets de l'offre. Comme cela débordait le cadre de la présente étude, nous utilisons plutôt plusieurs hypothèses simplificatrices afin de faciliter le calcul.

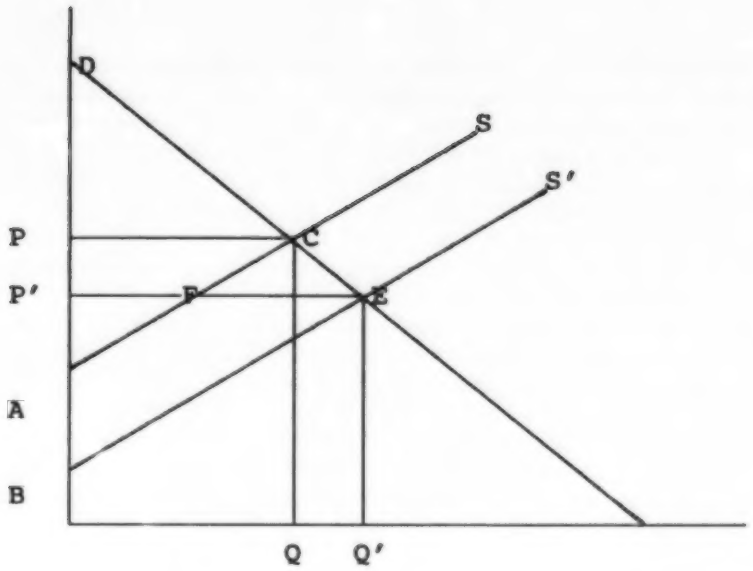


Figure 9.

L'équilibre initial du marché établit un prix P et une quantité d'équilibre Q. À ce point, le surplus du consommateur est défini comme étant la surface au-dessus de la ligne de prix et sous le barème de demande (soit la surface PDC). Le surplus du producteur est défini comme étant la surface au-dessus du barème d'offre mais en-dessous de la ligne de prix (soit la surface PAC). Le contrôle de la pollution est censé faire passer le barème d'offre de S à S'. À ce point, un nouvel équilibre du marché s'établit à un prix P' et à une quantité d'équilibre Q'. À ce nouveau prix inférieur, le surplus du consommateur est augmenté de la surface P'PCE. L'impact sur le surplus du producteur est un peu plus complexe. Le surplus du producteur est augmenté de la surface AFEB, mais ce gain est partiellement annulé en raison du nouveau prix inférieur. La surface P'PCF représente une perte pour le surplus du producteur. Le gain net total tant pour le consommateur que pour le producteur est représenté par la surface ACEB. (Protocole d'entente États-Unis–Canada..., 1983)

De façon précise, le changement au niveau des quantités d'équilibre provoqué par les deux options de lutte contre la pollution ne suffit pas, semble-t-il, à modifier les prix du marché. De façon implicite, l'industrie canadienne des produits forestiers serait un vendeur au prix du marché. Dans cette hypothèse, l'impact prévu sur le bénéfice net du producteur se rapproche de l'ensemble des avantages sur le plan de l'efficience économique que procurerait la lutte contre la pollution.

Il existe plusieurs options permettant d'obtenir approximativement le changement que les mesures de lutte contre la pollution peuvent entrainer sur le bénéfice net du producteur. Par exemple, si les coûts totaux de récolte et de transformation sont fixes quels que soient les niveaux de production, le prix du produit final pourrait servir à évaluer l'écart dans les niveaux de production. Cette façon de procéder a souvent été utilisée dans des documents scientifiques pour évaluer les effets de la pollution sur les récoltes de produits agricoles (Kneese, 1984). À l'autre extrême, si tous les coûts de production sont variables en fonction de la production industrielle, le résidu entre le prix du produit et les coûts unitaires de production représenterait alors la différence au niveau du bénéfice net du producteur. Dans un marché compétitif pour des peuplements forestiers sur pied, le prix demandé par le propriétaire de la ressource pour accorder le droit d'exploitation (redevance d'exploitation par volume) représente théoriquement le résidu.

L'approche utilisée ici suppose que l'option appropriée pour évaluer l'effet sur le bénéfice net du producteur varie selon la nature de la différence de production. De façon précise, il s'ensuit de la discussion précédente qu'une partie de la différence résulte de la récolte d'un plus grand nombre

d'arbres en raison d'un évitement de la mortalité. Pour cette partie de la différence au niveau des récoltes, les revenus supérieurs obtenus grâce au contrôle de la pollution sont susceptibles d'être en partie neutralisés par des coûts de récolte et de transformation plus élevés. C'est ce qui explique le choix de la moyenne régionale réelle de redevance d'exploitation par volume (dollars 1983) pour évaluer la différence dans les taux de récolte attribuable à la mortalité. La question de l'augmentation de la croissance est un peu plus complexe. De nombreuses études empiriques indiquent que les arbres plus petits coûtent plus cher à récolter et à transformer (Cooney et Haley, 1982; Dobie, 1966); ainsi donc, un bénéfice additionnel du producteur est à prévoir en raison d'une diminution des coûts de production moyens. C'est pourquoi les droits de coupe plus la valeur ajoutée moyenne réelle (en dollars de 1983) correspondant à 1981-1985 ont été utilisés pour évaluer les avantages liés à l'écart attribuable à la croissance dans les taux de récolte.[1] Le tableau 7 présente les valeurs spécifiques utilisées pour l'analyse, et le tableau 8 indique les avantages économiques prévus selon les deux scénarios de réglementation.

Comme précédemment, les avantages anticipés du scénario de réglementation 1 (maintien de niveaux de pollution constants) sont relativement modestes même si les avantages totaux pour le Canada dépassent encore 100 millions de dollars (1983) par année en 2034 pour atteindre un palier ultime d'environ 183 millions de dollars (1983) par année en 2064. Les avantages anticipés du scénario de réglementation 2 (une réduction de 50 % des niveaux de pollution) sont plus impressionnants; en effet, ils dépassent 100 millions de dollars (1983) par année d'ici 20 ans pour atteindre un palier ultime de plus de 800 millions de dollars (1983) par année. Comme cela était à prévoir, les plus grands avantages devraient aller au Québec et à l'Ontario. Selon le scénario de contrôle de la pollution retenu, entre 75 et 80 % des avantages iraient à ces deux provinces. Les avantages qu'en retireraient les provinces atlantiques sont, chose surprenante, plutôt modestes compte tenu que cette région vient au deuxième rang parmi les régions les plus touchées par la pollution atmosphérique de source lointaine. En revanche, les avantages qui iraient à la région Colombie-Britannique–Yukon seraient étonnamment importants compte tenu des effets minimes prévus sur la productivité de la forêt dans cette région. Cela est principalement attribuable à l'étendue du secteur forestier en Colombie-Britannique et à la productivité relativement élevée des forêts de cette province. Même des impacts mineurs sur la productivité des forêts peuvent entraîner des pertes économiques substantielles dans cette région.

5.2 Avantages sociaux anticipés

L'efficience économique est centrée sur le changement de la valeur nette des biens et des services produits dans le système économique. La lutte contre la pollution atmosphérique de source lointaine peut avoir d'autres effets bénéfiques importants. Par exemple, l'une des conséquences tangibles de la lutte contre la pollution est le maintien d'un plus grand secteur forestier dans l'économie canadienne. Pris isolément, ce facteur peut se révéler sans importance. Les salaires et les emplois qui n'existent pas dans le secteur forestier peuvent, à long terme, être générés ailleurs. Cependant, ce modèle différent d'emploi et de distribution de la population pourrait s'avérer moins souhaitable sur le plan social. La nature de la production de l'industrie forestière exige que l'industrie soit près de sa base de ressources. Les emplois liés à l'industrie forestière se retrouvent généralement en milieu rural et dans es régions moins développées du pays où cette industrie représente pour bien des collectivités souvent l'activité économique dominante et parfois la seule activité économique.

---

1. De façon implicite, cela suppose l'utilisation d'un capital et d'une main-d'œuvre de même importance pour récolter et transformer les arbres peu importent les différences de taille, et des variations de l'énergie et des autres apports en matériel et services en fonction de la production. Cela suppose la récolte et la transformation d'un nombre identique d'arbres, la seule différence importante étant la taille des arbres et la quantité de produits finals. Il ne faut toutefois pas prendre l'hypothèse au pied de la lettre. L'utilisation du prix pour évaluer la différence de production suppose une élasticité zéro de tous les coûts de récolte et de transformation liés à la production alors que les droits de coupe supposent une élasticité de un. Le recours à la valeur ajoutée a pour but de représenter une élasticité des coûts totaux entre ces deux extrêmes. Cela est conforme aux études empiriques mentionnées.

Tableau 7. Valeurs réelles moyennes choisies ($) par unité de récolte (dollars de 1983)

Région	Coupe [a]	Droits et salaires [b]	Valeur ajoutée totale [b]	Valeur présumée des impacts de la mortalité	Valeur présumée des impacts de la croissance
Provinces atlantiques	2,85	36,89	63,58	2,85	66,43
Québec–Ontario	2,39	61,48	114,27	2,39	116,66
Prairies–T. N.-O.	1,37	33,55	63,46	1,37	64,83
C.-B.–Yukon	3,17	35,14	56,31	3,17	59,48

[a] Dossiers internes, Direction de l'économie, Forêts Canada.

[b] Statistique Canada, *Statistiques sur les forêts du Canada (1981-1985)*, numéro de catalogue 25-202 (annuel), ministère des Approvisionnements et Services, Ottawa (Ontario).

Tableau 8. Avantages escomptés ($) pour l'efficience économique grâce au contrôle de la pollution atmosphérique de source lointaine (dollars de 1983)

	1994	2004	2014	2024	2034	2044	2054	2064
				Scénario 1				
Provinces atlantiques	108,30	3 681,48	4 153,07	6 550,25	8 803,17	11 131,07	13 453,27	15 778,32
Québec–Ontario	717,00	23 533,07	46 463,41	65 012,35	84 144,59	102 693,53	121 825,77	140 374,71
Prairies–T. N.-O.	4,11	463,40	859,23	2 220,66	2 933,79	3 582,09	4 230,39	4 684,20
C.-B.–Yukon	44,38	1 754,95	3 471,86	7 100,14	14 063,22	14 773,06	18 460,42	22 085,93
Total	**873,79**	**29 432,90**	**54 947,57**	**80 883,40**	**109 944,77**	**132 179,75**	**157 969,85**	**182 923,16**
				Scénario 2				
Provinces atlantiques	407,55	9 598,11	15 872,12	26 102,34	36 133,27	45 854,85	56 394,42	66 624,64
Québec–Ontario	2 617,05	86 231,37	169 945,62	268 059,07	366 167,74	465 095,42	563 906,44	662 834,12
Prairies–T. N.-O.	13,70	932,28	1 850,86	3 990,25	5 546,17	7 037,26	8 463,52	9 695,29
C.-B.–Yukon	237,75	6 189,50	12 200,73	25 107,89	37 658,17	50 148,97	63 115,61	75 190,05
Total	**3 276,05**	**102 951,26**	**199 869,33**	**323 259,55**	**445 505,35**	**568 136,50**	**691 879,99**	**814 344,10**

pouvant signifier une croissance lente et la stagnation économique. Cela pourrait signifier, surtout dans les secteurs locaux, un taux de chômage élevé pendant de longues périodes et un gaspillage considérable de ressources humaines. La lutte contre la pollution atmosphérique de source lointaine pourrait avoir comme important avantage d'éviter ces problèmes ou d'en réduire les effets.

Dans ces coins particuliers du pays, il n'existe peut-être pas d'alternative viable à l'industrie forestière. Le fait de se priver de ces emplois et de ces revenus peut entraîner une perte totale nette

Pour illustrer cet avantage potentiel, le tableau 9 présente une évaluation des impacts directs sur les emplois et les revenus associés aux deux scénarios de lutte contre la pollution pour des années choisies. Comme dans le cas des avantages sur le plan de l'efficience économique, les impacts sur les emplois et les revenus pourraient varier en fonction de la nature de la différence de production. Les différences des niveaux de récolte attribuables à la mortalité ont tendance à réduire directement les emplois et les revenus liés au secteur forestier. Cependant, les différences des niveaux de récolte

attribuables à la croissance auront vraisemblablement un effet moindre sur les emplois et les revenus liés au secteur. En fait, les hypothèses particulières utilisées pour évaluer les avantages sur le plan de l'efficience économique supposent le recours à une main-d'œuvre équivalente pour récolter et transformer les arbres, peu importent les différences de taille.

Par conséquent, les évaluations du tableau 9 sont fondées sur un apport moyen de main-d'œuvre et des dépenses salariales moyennes par unité de production, appliquées seulement à la différence des taux de récolte attribuable à la mortalité. Les valeurs unitaires spécifiques utilisées représentent les moyennes quinquennales pour les années 1981 à 1985.

Selon ces hypothèses, les avantages sociaux atteignent rapidement un maximum, comparativement aux avantages sur le plan de l'efficience économique. Selon le scénario de réglementation 1 (niveaux de pollution constants), il faut prévoir un gain annuel d'environ 34 millions de dollars (1983) au chapitre des salaires d'ici 2014 et de plus de 1200 années-personnes. Selon le scénario de réglementation 2 (réduction de 50 % des niveaux de pollution), les données correspondantes sont d'environ 154 millions de dollars (1983) et plus de 5 500 années-personnes. Comme dans le cas des avantages économiques, c'est la région Québec–Ontario qui profiterait le plus des avantages sociaux. Selon le scénario de lutte contre la pollution retenu, ces deux provinces retireraient entre 80 et 85 % des avantages prévus pour le pays.

Tableau 9. Impacts prévus de la lutte contre la pollution de source lointaine sur les salaires et les emplois

Région	Salaires de 1994 ($ 1983)	Années-personnes	Salaires de 2004 ($ 1983)	Années-personnes	Salaires de 2014 ($ 1983)	Années-personnes
			Scénario 1			
Provinces atlantiques	1 402	54	2 213	85	3 025	116
Québec–Ontario	18 444	662	23 178	832	27 850	1 000
Prairies–T. N.-O.	101	4	235	9	403	15
C.-B.–Yukon	492	14	1 652	48	2 881	84
Total	**20 439**	**734**	**27 278**	**974**	**34 159**	**1 215**
			Scénario 2			
Provinces atlantiques	5 275	202	9 112	349	12 838	492
Québec–Ontario	67 321	2 417	99 536	3 573	131 321	4 714
Prairies–T. N.-O.	335	12	604	22	872	32
C.-B.–Yukon	2 636	77	5 974	174	9 312	271
Total	**75 567**	**2 708**	**115 226**	**4 118**	**154 343**	**5 509**

5.3 Étendue et distribution des avantages potentiels

Dans la présente section, la discussion porte sur les avantages sociaux et économiques «anticipés» de la lutte contre la pollution. Même s'il s'agit de la meilleure évaluation possible faite à partir des données disponibles, comme l'indique la section 3, il existe beaucoup d'incertitude pour ce qui est des effets de la pollution atmosphérique de source lointaine sur les forêts et de l'efficacité des différentes stratégies de lutte contre la pollution. Les avantages anticipés résument une vaste gamme d'effets potentiels et les décideurs devraient avoir toujours à l'esprit ce facteur d'incertitude.

La gamme possible d'avantages sur le plan de la productivité forestière est présentée aux tableaux 4 et 5. Une gamme analogue d'avantages possibles sur le plan de l'efficience économique et des emplois peut être dérivée pour les deux options de lutte contre la pollution. En outre, d'autres éléments d'incertitude s'ajoutent aux calculs socio économiques. Les principaux impacts sociaux et économiques de la pollution atmosphérique de source lointaine peuvent être prévus pour des années à

venir. Il est peu probable que les valeurs du marché des produits forestiers ou que les redevances d'exploitation par volume restent les mêmes pendant la période correspondante. La plus grande rareté du bois et les progrès technologiques touchant la récolte et la transformation feront vraisemblablement augmenter tous les éléments de valeur. En ce qui concerne les avantages sociaux, les progrès technologiques dans l'industrie forestière entraînent une économie de main-d'œuvre et sont susceptibles de réduire les impacts sur les emplois et les salaires. Par contre, la tendance à transformer davantage les matières premières dans l'économie canadienne est susceptible d'augmenter les impacts sur les salaires et les emplois. Toute cette incertitude concernant les futures tendances augmentera généralement la gamme des avantages potentiels.

Finalement, la présente analyse ne traite pas de la distribution des avantages entre consommateurs et producteurs. En principe, l'évaluation actuelle représente les impacts prévus sur le bénéfice net du producteur, en supposant que les récoltes accrues sont insuffisantes pour influer sur les niveaux des prix. Les prix du producteur baisseront encore, vraisemblablement en raison des mesures de lutte contre la pollution. Dans la mesure où cela se réalisera, les avantages économiques profiteront aussi bien aux consommateurs qu'aux producteurs de produits forestiers.[1] Il ne s'agit pas simplement d'une préoccupation d'ordre économique mais bien d'une question aux ramifications politiques importantes. Le Canada est principalement un producteur de produits forestiers destinés aux marchés étrangers et les États-Unis représentent le plus gros consommateur de ces produits. Bref, une partie importante des avantages économiques prévus peut profiter non pas aux Canadiens mais aux consommateurs américains de produits forestiers canadiens. L'importance de ce facteur dans la négociation de mesures internationales de lutte contre la pollution saute aux yeux.

6.0 Conclusions

Les experts sont fort inquiets quant à l'impact que la pollution atmosphérique de source lointaine peut avoir sur les forêts du Canada et l'efficacité des différentes stratégies de lutte. Dans l'état actuel des connaissances scientifiques, il est impossible d'évaluer précisément les dommages que pourrait subir la forêt. Cependant, les scientifiques s'entendent assez bien pour dire que la productivité des forêts va diminuer si des mesures additionnelles de lutte contre la pollution ne sont pas mises en place. Dans la présente étude, les résultats d'une étude menée par des experts ont servi à établir une première évaluation de l'importance et de l'étendue des avantages dont pourrait profiter la productivité forestière en vertu de deux programmes différents de lutte contre la pollution.

Plusieurs hypothèses-clés ont servi à établir des projections pour les récoltes à venir en fonction de la présence de mesures de lutte et de l'absence de telles mesures. Les résultats indiquent que les avantages que permettent les deux options de lutte contre la pollution au niveau du taux de récolte augmentent de façon impressionnante avec le temps. Selon les deux scénarios de réglementation, les récoltes prévues d'passent à peine celles que permettrait d'obtenir le scénario de référence (aucune mesure de réglementation) en 1994. Cependant, l'écart entre les taux de récolte prévus s'accentue régulièrement avec le temps à mesure que la réduction de la croissance commence à influer sur le système. Selon le scénario de réglementation 2 (réduction de 50 % des niveaux de pollution), il y aurait un écart supérieur à 10 millions de mètres cubes pour l'ensemble du Canada en 2064.

---

1. Callaway et collab. (1986) ont utilisé un modèle économétrique du marché américain des produits forestiers pour évaluer l'impact économique que pourraient avoir des réductions de 10 à 20 % de la croissance radioconcentrique des forêts dans le nord-est et le sud-est américains. Les auteurs en arrivaient à la conclusion que : «... les consommateurs de produits du bois supporteraient le plus gros des dommages. En outre, une partie importante de ces pertes représente des transferts des surplus économiques du consommateur au producteur et au propriétaire forestier à mesure qu'augmentent les dommages causés aux forêts.»

L'analyse socio-économique indique que les avantages potentiels, en particulier selon le scénario de réglementation 2, sont importants. En effet, ils grimperaient pour l'ensemble du pays (scénario 2) à plus de 100 millions de dollars (1983) par année d'ici 2004 pour atteindre finalement un niveau supérieur à 800 millions de dollars (1983) par année. Toujours selon ce scénario, les impacts prévus au niveau des emplois et des salaires dépassent 5 500 années-personnes et 154 millions de dollars (1983) par année.

Le risque de dommages aux forêts associé à l'absence de mesures de lutte et l'importance potentielle des avantages liés aux mesures de lutte semblent justifier des dépenses considérables en matière de lutte contre la pollution. D'une façon générale, cela vient appuyer les initiatives que le gouvernement du Canada a prises récemment en vue de réduire les futures émissions polluantes. Il convient cependant de souligner que la présente étude n'examine pas directement la viabilité des options de lutte contre la pollution envisagées. Elle ne fournit aucune donnée sur les coûts associés à la lutte contre la pollution, coûts qui peuvent être importants ou non compte tenu des avantages indiqués ici. D'autre part, l'étude ne constitue qu'une évaluation partielle des avantages, et cela même dans le secteur forestier. En effet, d'autres avantages dans des secteurs comme les pêches, la santé humaine et la valeur des forêts sur les plans des loisirs et de l'esthétique pourraient fournir une justification tout aussi valable en faveur de mesures de lutte contre la pollution.

Annexes statistiques

Tableau A1. Correction du taux de récolte (%) selon les différents scénarios de la lutte contre la pollution atmosphérique, par décennie

Tableau A2. Récoltes prévues selon les différents scénarios de la lutte contre la pollution atmosphérique, par décennie

Tableau A3. Avantages anticipés pour les taux de récolte grâce à la lutte contre la pollution atmosphérique de source lointaine, par décennie

Tableau A1. Correction du taux de récolte (%) selon les différents scénarios de la lutte contre la pollution atmosphérique, par décennie

	1994	2004	2014	2024	2034	2044	2054	2064
				Scénario de référence				
Provinces atlantiques								
Mortalité	-0,92	-1,55	-2,18	-2,18	-2,18	-2,18	-2,18	-2,18
Réduction de la croissance	0,00	-0,72	-1,44	-2,39	-3,33	-4,28	-5,22	-6,17
Total	**-0,92**	**-2,27**	**-3,62**	**-4,57**	**-5,51**	**-6,46**	**-7,40**	**-8,35**
Québec–Ontario								
Mortalité	-1,75	-2,46	-3,17	3,17	-3,17	-3,17	-3,17	-3,17
Réduction de la croissance	0,00	-1,13	-2,26	-3,48	-4,70	-5,92	-7,14	-8,36
Total	**-1,75**	**-3,59**	**-5,43**	**-6,65**	**-7,87**	**-9,09**	**-10,31**	**-11,53**
Prairies–T. N.-O.								
Mortalité	-0,09	-0,17	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24
Réduction de la croissance	0,00	-0,14	-0,27	-0,58	-0,79	-1,00	-1,21	-1,39
Total	**-0,09**	**-0,31**	**-0,51**	**-0,82**	**-1,03**	**-1,24**	**-1,45**	**-1,63**
Colombie-Britannique–Yukon								
Mortalité	-0,12	-0,27	-0,41	-0,41	-0,41	-0,41	-0,41	-0,41
Réduction de la croissance	0,00	-0,15	-0,30	-0,62	-0,94	-1,26	-1,58	-1,89
Total	**-0,12**	**-0,42**	**-0,71**	**-1,03**	**-1,35**	**-1,67**	**-1,99**	**-2,30**

Tableau A1. Correction du taux de récolte (%) selon les différents scénarios de la lutte contre la pollution atmosphérique, par décennie (*suite*)

	1994	2004	2014	2024	2034	2044	2054	2064
Scénario 1 - Niveaux de pollution constants								
Provinces atlantiques								
Mortalité	-0,65	-1,12	-1,59	-1,59	-1,59	-1,59	-1,59	-1,59
Réduction de la croissance	0,00	-0,51	-1,02	-1,72	-2,41	-3,11	-3,80	-4,50
Total	**-0,65**	**-1,63**	**-2,61**	**-3,31**	**-4,00**	**-4,70**	**-5,39**	**-6,09**
Québec–Ontario								
Mortalité	-1,24	-1,82	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40
Réduction de la croissance	0,00	-0,80	-1,60	-2,55	-3,49	-4,44	-5,38	-6,33
Total	**-1,24**	**-2,62**	**-4,00**	**-4,95**	**-5,89**	**-6,84**	**-7,78**	**-8,73**
Prairies–T. N.-O.								
Mortalité	-0,07	-0,11	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14
Réduction de la croissance	0,00	-0,08	-0,16	-0,29	-0,41	-0,54	-0,66	-0,79
Total	**-0,07**	**-0,19**	**-0,30**	**-0,43**	**-0,55**	**-0,68**	**-0,80**	**0,93**
Colombie-Britannique–Yukon								
Mortalité	-0,10	-0,20	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29	-0,29
Réduction de la croissance	0,00	-0,11	-0,22	-0,45	-0,67	-0,90	-1,13	-1,35
Total	**-0,10**	**-0,31**	**-0,51**	**-0,74**	**-0,96**	**-1,19**	**-1,42**	**-1,64**

Tableau A1. Correction du taux de récolte (%) selon les différents scénarios de la lutte contre la pollution atmosphérique, par décennie (*suite et fin*)

	1994	2004	2014	2024	2034	2044	2054	2064
Scénario 2 - Réduction de 50 % des niveaux de pollution								
Provinces atlantiques								
Mortalité	0,10	0,21	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Réduction de la croissance	0,00	0,08	0,16	0,31	0,45	0,60	0,74	0,89
Total	**0,10**	**0,29**	**0,47**	**0,62**	**0,76**	**0,91**	**1,05**	**1,20**
Québec–Ontario								
Mortalité	0,11	0,29	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Réduction de la croissance	0,00	0,07	0,14	0,35	0,56	0,78	1,00	1,22
Total	**0,11**	**0,36**	**0,60**	**0,81**	**1,02**	**1,24**	**1,46**	**1,68**
Prairies–T. N.-O.								
Mortalité	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
Réduction de la croissance	0,00	-0,02	-0,04	-0,06	-0,08	-0,10	-0,12	-0,14
Total	**-0,01**	**-0,04**	**-0,06**	**-0,08**	**-0,10**	**-0,12**	**-0,14**	**-0,16**
Colombie-Britannique–Yukon								
Mortalité	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
Réduction de la croissance	0,00	-0,01	-0,02	-0,02	-0,03	-0,04	-0,04	-0,05
Total	**-0,01**	**-0,03**	**-0,04**	**-0,04**	**-0,05**	**-0,06**	**-0,06**	**-0,07**

Tableau A2. Récoltes prévues (1000 m^3) selon les différents scénarios de la lutte contre la pollution atmosphérique, par décennie

	1994	2004	2014	2024	2034	2044	2054	2064
Provinces atlantiques								
Scénario de référence	13 859	13 670	13 482	13 349	13 217	13 084	12 953	12 820
Scénario 1	13 897	13 760	13 623	13 525	13 428	13 331	13 234	13 136
Scénario 2	14 002	14 029	14 054	14 075	14 094	14 115	14 135	14 156
Québec–Ontario								
Scénario de référence	57 820	56 737	55 654	54 936	54 219	53 501	52 783	52 065
Scénario 1	58 120	57 308	56 496	55 937	55 384	54 825	54 271	53 712
Scénario 2	58 915	59 062	59 203	59 327	59 450	59 580	59 709	59 839
Prairies–T. N.-O.								
Scénario de référence	11 939	11 913	11 889	11 853	11 827	11 802	11 777	11 755
Scénario 1	11 942	11 927	11 914	11 899	11 884	11 869	11 854	11 839
Scénario 2	11 949	11 945	11 943	11 940	11 938	11 936	11 933	11 930
Colombie-Britannique–Yukon								
Scénario de référence	67 894	67 691	67 493	67 276	67 058	66 841	66 623	66 413
Scénario 1	67 908	67 765	67 629	67 473	67 323	67 167	67 011	66 861
Scénario 2	67 969	67 956	67 949	67 949	67 942	67 935	67 935	67 928

Tableau A3. Avantages anticipés pour les taux de récolte (1000 m^3) grâce à la lutte contre la pollution atmosphérique de source lointaine, par décennie

	1994	2004	2014	2024	2034	2044	2054	2064
Scénario de réglementation 1 - Niveaux de pollution constants								
Provinces atlantiques								
Mortalité	38	60	82	82	82	82	82	82
Croissance	0	30	59	95	129	164	199	234
Avantages totaux	**38**	**90**	**141**	**177**	**211**	**246**	**281**	**316**
Québec–Ontario								
Mortalité	300	377	453	453	453	453	453	453
Croissance	0	194	389	548	712	871	1035	1194
Avantages totaux	**300**	**571**	**842**	**1001**	**1165**	**1324**	**1488**	**1647**
Prairies–T. N.-O.								
Mortalité	3	7	12	12	12	12	12	12
Croissance	0	7	13	34	45	55	65	72
Avantages totaux	**3**	**14**	**25**	**46**	**57**	**67**	**77**	**84**
Colombie-Britannique–Yukon								
Mortalité	14	47	82	82	82	82	82	82
Croissance	0	27	54	115	183	244	306	367
Avantages totaux	**14**	**74**	**136**	**197**	**265**	**326**	**388**	**449**
Scénario de réglementation 2 - Réduction de 50 % des niveaux de pollution								
Provinces atlantiques								
Mortalité	143	247	348	348	348	348	348	348
Croissance	0	112	224	378	529	683	834	988
Avantages totaux	**143**	**359**	**572**	**726**	**877**	**1031**	**1182**	**1336**
Québec–Ontario								
Mortalité	1095	1619	2136	2136	2136	2136	2136	2136
Croissance	0	706	1413	2254	3095	3943	4790	5638
Avantages totaux	**1095**	**2325**	**3549**	**4390**	**5231**	**6079**	**6926**	**7774**
Prairies–T. N.-O.								
Mortalité	10	18	26	26	26	26	26	26
Croissance	0	14	28	61	85	108	130	149
Avantages totaux	**10**	**32**	**54**	**87**	**111**	**134**	**156**	**175**
Colombie-Britannique–Yukon								
Mortalité	75	170	265	265	265	265	265	265
Croissance	0	95	191	408	619	829	1047	1250
Avantages totaux	**75**	**265**	**456**	**673**	**884**	**1094**	**1312**	**1515**

Bibliographie

Bruning, J.L.; Kintz, B.L. 1968. Computational Handbook of Statistics. Scott Foresman and Co., Glenview, IL.

Callaway, J.M.; Darwin, R.F.; Nesse, R.J. 1986. Economic Valuation of Acidic Deposition Damages : Preliminary Results from the 1985 NAPAP Assessment. Water Air Soil Poll. 31:1019-1034.

Cooney, T.M.; Halye, D. 1982. Determining Logging Costs for Long Term Timber Supply Projection : Estimation of Input Requirements by Phase of Logging. Can. J. For. Res. (12(4):772-779.

Crocker, T.D.; Forster, B.A. 1986. Atmospheric Deposition and Forest Decline. Water Air Soil Poll. 31:1007-1017.

Dobie, J. 1966. Product Yield and Value, Financial Rotations and Biological Relationships of Good Site Douglas Fir. Dep. Forestry, Univ. British Columbia, Master of Forestry Thesis, April 1966.

F.L.C. Reed and Associates. 1978. Forest Management in Canada. Volume 1. Forest Management Institute, Inf. Rep. FMR-X-102.

Fraser, G.A.; Phillips, W.E.; Lamble, G.W.; Hogan, G.D.; Teskey, A.G. 1985. Possibilités de répercussions du transport à distance des polluants atmosphériques sur les forêts canadiennes. Forêts Canada, Rapport d'information E-X-36F.

Freeman, M. III. 1979. The Benefits of Environmental Improvement : Theory and Practice. Resources for the Future, Johns Hopkins University Press, Baltimore, M.D.

Gorham E.; Gordon, A.G. 1982. Some Effects of Smelter Pollution North East of Falconbridge, Ontario. Can. J. Bot. 38:307-312.

Holloway, C.A. 1979. Decision Making Under Uncertainty. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ.

Johnston, J. 1984. Méthodes économétriques (3e éd.). Economica, Paris.

Kneese, A.V. 1984. Measuring the Benefits of Clean Air and Water. Resources for the Future, Washington, DC.

North, W.D.; Balson, W.E. 1985. Risk Assessment and Acid Rain Policy. Presented at Acid Rain Economic Assessment Conference, Washington DC. December, 1984.

Van Wagner, C.E. 1979. The Economic Impacts of Individual fires on the Whole Forest. For. Chron. pp. 47-50.

Wonnacott, T.; Wonnacott, R.J. 1969. Introductory Statistics. John Wiley & Sons Canada Limited, Toronto, Ont.